

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE NITRATOS EN EL SUELO Y AGUA EN UN CULTIVO
INTENSIVO DE *Oriza sativa* (ARROZ) USANDO FERTILIZANTES
NITROGENADOS – PUEBLO NUEVO**

Tesis

Para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA, MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

CARLOS ADALBERTO ROBALINO RENGIFO

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIDAD DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 016-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 02:00 p.m. del lunes 11 de diciembre de 2023, reunidos de manera presencial en el auditorio de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"EVALUACION DE NITRATOS EN EL SUELO Y AGUA EN UN CULTIVO INTENSIVO DE *Oriza sativa* (ARROZ) USANDO FERTILIZANTES NITROGENADOS – PUEBLO NUEVO"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión Ambiental **CARLOS ADALBERTO ROBALINO RENGIFO**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**. Acto seguido, a horas **03:10 pm** el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente del Jurado

.....
Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERZO
Miembro del Jurado

.....
Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
Miembro del Jurado

.....
Dr. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO
Asesor



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 037 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

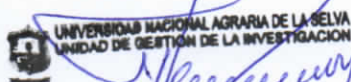
Maestría en Gestión Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DE NITRATOS EN EL SUELO Y AGUA EN UN CULTIVO INTENSIVO DE Oriza sativa (ARROZ) USANDO FERTILIZANTES NITROGENADOS – PUEBLO NUEVO	CARLOS ADALBERTO ROBALINO RENGIFO	19 % Diecinueve

Tingo María, 05 de febrero de 2024



Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE NITRATOS EN EL SUELO Y AGUA EN UN CULTIVO
INTENSIVO DE *Oriza sativa* (ARROZ) USANDO FERTILIZANTES
NITRIGENADOS – PUEBLO NUEVO**

Autor	: Ing. Carlos Adalberto Robalino Rengifo
Asesor (es)	: Dr. José Lévano Crisóstomo
Programa de investigación	: Gestión Ambiental
Línea de investigación	: Desarrollo Sostenible
Eje temático	: Sistemas de producción
Lugar de ejecución	: Distrito de Pueblo Nuevo
Duración	: 9 meses
Financiamiento	: Propio S/. 3 876,60

Tingo María – Perú

2023



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO, INVESTIGACIÓN
DOCENTE Y TESISISTA**

I. Datos Generales de Posgrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Escuela de posgrado	: EPG-UNAS.
Posgrado	: Maestría en ciencias en Agroecología
Mención	: Gestión Ambiental
Título de tesis	: Evaluación de nitratos en el suelo y agua en un cultivo intensivo de <i>Oriza sativa</i> (arroz) usando fertilizantes nitrogenados – Pueblo Nuevo
Autor	: Ing. Carlos Adalberto Robalino Rengifo
Asesor de tesis	: Dr. Jose Dolores Levano Crisostomo
Programa de investigación	: Gestión Ambiental
Línea(s) de investigación	: Desarrollo Sostenible
Eje Temático	: Sistema de producción.
Lugar de ejecución	: Distrito de Pueblo Nuevo.
Duración	: Inicio : Febrero 2021 Término : Febrero 2022
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/3876.60 Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, enero 2024.

Carlos Adalberto Robalino Rengifo

Tesista

Dr. Jose Dolores Levano Crisostomo

Asesor

DEDICATORIA

- A Dios por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.
- A mi madre apreciada Mercedes Rengifo Vásquez, por poner en mí toda su fe y confianza de ver este sueño realizado, por nunca dejarme caer y siempre estar conmigo en mis logros importantes.
- A mi padre Adalberto Robalino Arévalo, por mostrarme siempre el ejemplo de perseverancia que me han influenciado siempre para salir adelante.
- A mi pareja y madre de mi hijo Milagros Tinoco Ruiz por estar siempre allí en las buenas y en las malas a pesar de las diferencias, que siempre me da ejemplo de lucha y perseverancia
- A mi hijo Nahuel que es mi adoración y mi fuente de inspiración para seguir logrando mis objetivos en esta vida.
- A mis hermanos Criss Vanessa Robalino Rengifo, Frank Gabriel Robalino Rengifo, Yurico Wong Robalino por estar siempre apoyándome en cada uno de mis logros.
- A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por permitirme lograr un paso más hacia el éxito. Por convertirme en profesional competitivo lleno de conocimientos y expectativas.

AGRADECIMIENTOS

- Gracias a mi Universidad, gracias por haberme permitido formarme, gracias a todas las personas que fueron parte de este proceso ya sea de manera directa o indirecta.
- Al Dr. José Dolores Lévano Crisóstomo, Sin usted, su paciencia y constancia para guiarme en este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus exhortaciones fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para redactar lo que hoy he logrado plasmar en este informe. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan.
- Al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigoso por siempre haber estado presente y apoyándome en este proceso muy importante para lograr los objetivos.
- A mi familia por su paciencia y apoyo incondicional durante todo este tiempo transcurrido en este trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Arroz	3
2.1.1. Origen	3
2.1.2. Morfología taxonómica	3
Reino : Plantae	3
Sub reino : Tracheobionta.....	3
División : Magnoliophyta.....	3
Clase : Liliopsida.....	3
Sub clase : Commelinidae	3
Orden : Poales	3
Familia : Poaceae.....	3
Tribu : Oryzeae	3
Género : Oryza.....	3
Especie : <i>Oryza sativa</i>	3
2.1.3. Raíces	3
2.1.4. Tallo	3
2.1.5. Hojas	3
2.1.6. Flores	4
2.1.7. Inflorescencia	4
2.1.8. Grano	4
2.2. Adaptación del arroz a los suelos inundados	4
2.3. Requerimientos edafoclimáticos	4
2.3.1. Clima	4
2.3.2. Temperatura	4
2.3.3. pH	5
2.3.4. Exigencias climáticas	7
2.3.5. Requerimientos edáficos	7
2.3.6. Demanda de agua	8
2.4. Contaminación del agua en el cultivo de arroz	8
2.5. La problemática de los nitratos y las aguas subterráneas	9

2.6	Dinámica de los nitratos en las aguas subterráneas.....	10
2.7	Propiedades fisicoquímicas del agua.....	10
2.7.1	Propiedades físicas del agua.....	10
2.7.2	Propiedades químicas del agua.....	12
2.8	Estado del arte.....	12
	III MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.4.	Lugar de ejecución.....	14
2.4.1.	Ubicación geográfica.....	15
2.4.2.	Ubicación política del área de trabajo.....	15
2.5.	Condiciones edafoclimáticas del área de estudio.....	16
2.5.1.	Suelos.....	16
2.5.2.	Clima.....	16
2.5.3.	Hidrología.....	16
2.6.	Materiales y equipos.....	16
2.6.1.	Materiales.....	16
2.6.2.	Equipos.....	16
2.7.	Metodología.....	16
2.7.1.	Fase campo.....	16
2.7.2.	Fase laboratorio y gabinete.....	17
2.8.	Tipo y nivel de investigación.....	20
2.9.	Diseño de investigación.....	21
2.10.	Variable de la investigación.....	21
2.10.1.	Variable independiente.....	21
2.10.2.	Variables dependientes.....	21
2.11.	Procesamiento y análisis de la información.....	21
	IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1	Análisis de suelos.....	22
4.2	Nitrato del suelo.....	22
4.3	Nitrato del agua.....	24
4.4	Dureza.....	26
4.5	Oxígeno disuelto.....	28
4.6	Alcalinidad.....	30
4.7	Conductividad eléctrica.....	31
4.8	Cloruros.....	33
4.9	pH.....	35
V.	CONCLUSIONES.....	37

VI. PROPUESTAS A FUTURO	38
VII. REFERENCIAS	39
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (DS N° 004-2017-MINAM) Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales.....	12
2. ANOVA de nitratos en el agua en diferentes períodos de tiempo.....	25
3. Comparaciones de medias de nitratos en el agua en diferentes períodos de tiempo	25
4. ANOVA de la dureza del agua en diferentes períodos de tiempo.....	27
5. Comparaciones de medias de la dureza en el agua en diferentes períodos de tiempo	27
6. ANOVA de oxígeno disuelto en el agua en diferentes períodos de tiempo	29
7. Comparaciones de medias de oxígeno disuelto en el agua en diferentes períodos de tiempo	29
8. ANOVA de alcalinidad en el agua en diferentes períodos de tiempo	30
9. Comparaciones de medias de alcalinidad en el agua en diferentes períodos de tiempo	31
10. ANOVA del contenido de conductividad eléctrica en el agua en diferentes períodos de tiempo.....	32
11. Comparación de medias de conductividad eléctrica en el agua en diferentes períodos de tiempo.....	32
12. ANOVA de contenido de cloruros en diferentes períodos de tiempo	34
13. Comparaciones de medias de cloruros en diferentes períodos de tiempo	34
14. ANOVA del contenido de pH en el agua en diferentes períodos de tiempo	36
15. Comparaciones de medias de pH en el agua en diferentes períodos de tiempo	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de la parcela estudiada	15
2. Variaciones de nitratos en el suelo en diferentes intervalos de días en el cultivo de arroz. .	24
3. Variación de nitratos en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.	26
4. Variación de la dureza en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.	28
5. Variación de oxígeno disuelto en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.	30
6. Variación de alcalinidad en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.	31
7. Variación de conductividad eléctrica en el agua de riego en diferentes intervalos de días en el cultivo de arroz.	33
8. Variación del contenido de cloruros en el agua de riego en diferentes períodos de días en el cultivo de arroz.	35
9. Variaciones de pH en el agua de riego en diferentes períodos de días en el cultivo de arroz.	36

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en el fundo Campo Grande del distrito de Pueblo Nuevo y el laboratorio de Conservación de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva con el objetivo de evaluar el efecto de los fertilizantes nitrogenados en el cultivo intensivo de arroz sobre los niveles de nitratos en el suelo y agua, las propiedades físico, químicas y biológicas del suelo, asimismo las propiedades fisicoquímicas y químicas del agua de riego, los parámetros a evaluar fueron: en el suelo la textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, nitrato y CIC, en el agua pH, CE, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto y nitratos. Al final de experimento el suelo presentó una textura pesada (arcilloso), pH fuertemente ácido (4.20), contenido medio de materia orgánica (2.60%), tenor medio de nitrógeno (0.11%), contenido medio de fósforo (11.10 ppm), bajo nivel de potasio disponible (85 kg/ha), y baja Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo (3.0 meq/100gsuelo). Al inicio de la siembra, el suelo tenía una concentración de 2.75 ppm de nitrato al final de la cosecha a los 150 días llegó a 2.91 ppm. El agua de riego al inicio el nivel de nitrato era 0.41 mg/L a los 150 días el nivel de 0.39 mg/L en cuanto a la dureza inicio con 4.98 mg/, al final aumentó a 110.70mg/L, en relación al oxígeno disuelto a la siembra tenía una concentración 0.18 mg/L, a al final del cultivo el agua tuvo una concentración de 9.70 mg/, en cuanto a la alcalinidad fue 0.21 mg/L, a los 150 días la alcalinidad fue de 7.75 mg/L. la CE tuvo la variación de 145.03 uS/cm., al inicio y al término de 3.38 uS/cm, los cloruros tuvieron un rango de 29.20 mg/L al principio y al término 13.25mg/L, el pH no tuvo un comportamiento variado al inicio la acidez fue muy débil (6.58) al final el pH volvió a tener la acidez muy débil (6.65), el suelo presentó una fertilidad media, los parámetros fisicoquímicos y químicos del agua de riego del cultivo de arroz están dentro de las aguas blandas del mismo modo el agua de riego del cultivo de arroz no supera los estándares de calidad de agua, por lo tanto, es apta para agua de riego.

Palabras claves : Suelo, Agua, fertilizantes, nitratos

ABSTRACT

This research was carried out in the Campo Grande farm of the Pueblo Nuevo district and the Soil Conservation Laboratory of the Universidad Nacional Agraria de la Selva with the objective of evaluating the effect of nitrogenous fertilizers in the intensive cultivation of rice on the nitrate levels in the soil and water, the physical, chemical and biological properties of the soil, as well as the physicochemical and chemical properties of the irrigation water, the parameters to be evaluated were: soil texture, pH, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, nitrate and CEC, in the water pH, EC, hardness, alkalinity, dissolved oxygen and nitrates. At the end of the experiment, the soil presented a heavy texture (clay), strongly acidic pH (4.20), average organic matter content (2.60%), average nitrogen content (0.11%), average phosphorous content (11.10 ppm), low available potassium level (85 kg/ha), and low effective Cation Exchange Capacity (3.0 meq/100gsoil). At the beginning of the sowing, the soil had a concentration of 2.75 ppm of nitrate at the end of the harvest at 150 days it reached 2.91 ppm. The irrigation water at the beginning the nitrate level was 0.41 mg/L at 150 days the level of 0.39 mg/L in terms of hardness, beginning with 4.98 mg/, at the end it increased to 110.70mg/L, in relation to dissolved oxygen at sowing it had a concentration of 0.18 mg/L, at the end of the culture the water had a concentration of 9.70 mg/, in terms of alkalinity it was 0.21 mg/L, at 150 days the alkalinity was 7.75 mg/L. the EC had the variation of 145.03 uS/cm., at the beginning and at the end of 3.38 uS/cm, the chlorides had a range of 29.20 mg/L at the beginning and at the end 13.25mg/L, the pH did not have a varied behavior at the beginning the acidity was very weak (6.58) at the end the pH again had very weak acidity (6.65), the soil presented medium fertility, the physicochemical and chemical parameters of the irrigation water of the rice crop are within the waters. In the same way, the irrigation water of the rice crop does not exceed the water quality standards, therefore, it is suitable for irrigation water.

Keywords : Soil, Water, fertilizers, nitrates.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en nuestra región hace uso del riego por anegamiento y uso de fertilizantes nitrogenados, favoreciendo posiblemente la infiltración y posterior contaminación de los suelos y las aguas de drenaje, lo que traería como consecuencia efectos negativos en la salud de la población.

Los estudios estiman que el 50% del nitrógeno aplicado al arroz es absorbido por el cultivo, mientras que el resto se pierde a través de varios procesos, uno de los cuales es la lixiviación de la zona radicular (Bastidas, 2017).

Un problema ambiental importante relacionado con el ciclo del nitrógeno es la acumulación de nitratos en el suelo, que pueden filtrarse a las aguas subterráneas o filtrarse en los canales y depósitos superficiales.

Entre los agentes invertidos cubren la propagación de algas y otras plantas verdes, causando una gran cantidad de consumo de oxígeno y su entorno acuático, lo que dificulta suceder en la superficie (Martínez et al., 2021).

Las actividades agrícolas, especialmente el cultivo de arroz, deben realizarse en el marco del concepto de "agricultura sostenible", que se refiere a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Este concepto se desarrolló aplicando el concepto de "desarrollo sostenible" a la agricultura y nació oficialmente en un informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente de las Naciones Unidas.

Por lo tanto, el estudio de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo y las propiedades fisicoquímicas del agua genera información extensa que compete la calidad del recurso suelo e hídrico, ya que son parámetros que aportan el conocimiento del contaminante o los contaminantes (Samboni et al., 2007), considerando la intensidad del cultivo de arroz es necesario determinar estas propiedades con el fin establecer las bases hacia un manejo agroecológico del cultivo de arroz.

Por lo que se plantea la formulación del problema ¿El uso de los fertilizantes nitrogenados influyen en la concentración de nitratos en suelo y agua en el cultivo de arroz?

HIPÓTESIS:

Se planteo la siguiente hipótesis: en el sector Campo Grande, distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Leoncio Prado, el uso de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz con riego por inundación, tales actividades pueden contaminar el suelo y agua con nitratos.

El presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los fertilizantes nitrogenados en el cultivo intensivo de arroz sobre los niveles de nitratos en el suelo y agua

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar las propiedades físicas y químicas y biológicas del suelo al inicio y al final del estudio.
- Evaluar los niveles de nitratos en suelo y agua del cultivo de arroz durante su periodo vegetativo.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas (pH, Conductividad eléctrica (CE), Dureza) del agua de anegamiento del cultivo de arroz.
- Determinar las propiedades químicas (Cloruros, Alcalinidad, Nitratos, Oxígeno disuelto (OD) del agua de anegamiento del cultivo de arroz.
- Comparar las propiedades del agua de anegamiento del arroz con los estándares de calidad ambiental de agua de riego.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Arroz

2.1.1. Origen

El arroz se cultiva en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. India fue probablemente el primer país en cultivar arroz.

2.1.2. Morfología taxonómica

Reino	: Plantae
Sub reino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Sub clase	: Commelinidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Tribu	: Oryzeae
Género	: <i>Oryza</i>
Especie	: <i>Oryza sativa</i>

2.1.3. Raíces

Las raíces son delgadas, fibrosas, rizadas. Tiene dos tipos de raíces: raíces seminales, que crecen a partir de raíces primarias y son transitorias, y raíces secundarias adventicias, que se ramifican libremente y consisten en los nudos inferiores de tallos jóvenes.

2.1.4. Tallo

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.

2.1.5. Hojas

Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa.

2.1.6. Flores

Son de color verde blanquecino dispuestas en espiga cuyo conjunto conforma una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

2.1.7. Inflorescencia

Es una panícula determinada localizada sobre el vástago terminal, siendo una espiga la unidad de la panícula, y consiste en dos *lemmas* estériles, la raquilla y el flósculo.

2.1.8. Grano

El grano de arroz es el ovario maduro.

2.2. Adaptación del arroz a los suelos inundados

El suelo inundado proporciona condiciones óptimas para el crecimiento y la nutrición del arroz, y el área alrededor de las raíces tiene poco oxígeno. Para prevenir la hipoxia de las raíces, las plantas de arroz tienen tejidos especiales con espacios de aire bien desarrollados en hojas, vainas, tallos y raíces, que forman un sistema muy eficiente de oxígeno.

El aire ingresa a la planta mediante de las estomas y las vainas de las hojas, que se mueven hacia la base de la planta. El oxígeno se elimina a los tejidos moviéndose a través del aire hacia el interior de la raíz para la respiración.

2.3. Requerimientos edafoclimáticos

2.3.1. Clima

El arroz es un cultivo tropical y subtropical, pero también puede crecer en zonas subtropicales húmedas y climas templados. El arroz se puede cultivar hasta 2.500 metros cuadrados sobre el nivel del mar. Mejorar los sistemas de sedimentación y las técnicas de cultivo, especialmente cuando se cultiva en tierras altas.

2.3.2. Temperatura

Considerando que la temperatura óptima está entre 30 y 35°C, el arroz necesita por lo menos 10 a 13°C para germinar. No germina a temperaturas superiores a 40°C. Con una temperatura óptima de 23 °C, el límite mínimo de crecimiento de tallos, hojas y raíces es de 7 °C. Si la temperatura es más alta, las

plantas crecen más rápido, pero el tejido se vuelve más blando y más susceptible a las enfermedades.

La floración se produce el mismo día del espigado, o en las últimas horas de la mañana siguiente. Si el clima es soleado y la temperatura es cálida, las flores florecen durante una o dos horas. El clima lluvioso y las bajas temperaturas pueden interferir con la polinización.

La temperatura más baja para florecer se considera de 15°C. El óptimo de 30°C. No florece por encima de los 50°C. La respiración alcanza su punto máximo cuando la punta está en la bolsa y disminuye después de la punta. Las altas temperaturas nocturnas aumentan la respiración de las plantas, provocando un mayor agotamiento de las reservas de clorofila acumuladas durante el día. Por lo tanto, las temperaturas más frescas durante la noche ayudan a la madurar los granos.

2.3.3. pH

La mayoría de los suelos cambian su pH a neutral a las pocas semanas de la inundación. El pH ácido del suelo aumenta con las inundaciones, mientras que los suelos alcalinos tienen lo contrario. El valor de pH óptimo para el arroz es 6,6; porque a este valor, el nitrógeno y el fósforo se liberan microbianamente de la materia orgánica, la disponibilidad de fósforo es alta y la concentración de sustancias que inhiben la absorción de nutrientes, como Al, Mn, Fe, CO₂ y ácidos orgánicos por debajo del nivel de toxina.

2.3.4 Nutrición del arroz

2.3.4.1 Nitrógeno

El nitrógeno en la tierra se encuentra en forma orgánica, incorporado en la materia orgánica y en los residuos de cultivos, pero las plantas de arroz absorben el nitrógeno de la solución solo en forma inorgánica. La conversión de nitrógeno de formas orgánicas a inorgánicas tiene lugar en el proceso de mineralización de sustancias orgánicas,

En los suelos anaerobios, la falta de oxígeno hace que se detenga la mineralización del nitrógeno en forma de amonio, que es una forma estable en el suelo en estas condiciones.

Se considera que el nitrógeno es el nutriente que tiene el impacto más directo en el rendimiento, ya que maximiza el porcentaje de espiguillas rellenas, aumenta el follaje y también ayuda a mejorar la calidad del grano. El arroz requiere de nitrógeno en dos momentos críticos del crecimiento del cultivo:

El nitrógeno añadido como fertilizante nitrogenado puede ser de cuatro tipos:

- **Nítricos:** Aportan el nitrógeno entre el 11 y el 16% en forma de nitratos.
- **Amónicos:** Aportan el nitrógeno en alrededor del 21% en forma de amonio.
- **Amónicos y nítricos:** Aportan el nitrógeno entre el 20 y el 34% en formas de nitratos y amonio.
- **De Amidas:** Aportan el nitrógeno entre el 21 y el 45% en forma de amidas.
- **Puede estar como urea, NH_4^+ y NO_3^- :** Este nitrógeno tiene el mismo patrón de reacción que el nitrógeno liberado por procesos bioquímicos en los residuos vegetales. Por lo tanto, la urea se somete a amoníaco (formación de NH_4^+) y nitrificación previa para su uso por microorganismos y plantas. El amonio puede oxidarse a nitrato y fijarse en los sólidos del suelo o ser utilizado por microorganismos y plantas, o puede perderse por evaporación y lixiviación. (Boixadera y Cortes, 2000).

2.3.4.2 Fósforo: También tuvo un efecto positivo en la productividad del arroz, aunque su efecto no fue tan dramático como el del N. El fósforo estimula el crecimiento de las raíces, promueve la germinación, promueve una floración y maduración más temprana y uniforme, y mejora la calidad del grano. El arroz necesita encontrar fósforo disponible en una etapa temprana de desarrollo, por lo que es útil dar un fertilizante de fósforo como fertilizante de fondo. La cantidad de fósforo utilizada es de 50-80 kg de $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}^{-1}$. El primer número se recomienda para suelos arcillosos limosos y el último número para suelos sueltos y ligeros.

2.3.4.3 Potasio: El potasio maximiza la resistencia a caídas, enfermedades y condiciones climáticas adversas. La absorción de potasio ocurre en una rotación de cultivos de forma parecida a la del nitrógeno. La medida de potasio aplicable cambia entre 80-150 kg de $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}^{-1}$. Las cifras altas se usan en tierras sueltas y cuando se utilicen medidas altas de nitrógeno.

2.3.4 Exigencias climáticas

El arroz se puede cultivar en una variedad de condiciones ambientales, especialmente en regiones tropicales húmedas o climas de alta temperatura. La temperatura afecta no solo el crecimiento del arroz sino también su desarrollo. No todas las etapas de desarrollo responden a la misma temperatura crítica para las plantas de arroz, que suele estar por debajo de los 20°C y por encima de los 30°C, y varía según la etapa de desarrollo de la planta (Centa, 2018).

Dado que su temperatura óptima es de 23°C, el crecimiento de tallos, hojas y raíces requiere al menos 7°C. Si la temperatura es más alta, las plantas crecen más rápido, pero los tejidos se vuelven demasiado suaves y desiguales, lo que las hace más susceptibles a las enfermedades. (Franquet y Borrás, 2004)

Existen otros parámetros que también son importancia. como la precipitación, un promedio diario de 10 mm de lluvias durante hasta el llenado de grano es adecuado; requiere de radiación entre 250 a 300 cal/cm²/día; humedades relativas superiores a 80%; y vientos fuertes afectan las hojas y a las flores causando aborto (Tinoco y Acuña, 2009).

Sin embargo, la radiación solar es considerada una de las variables climáticas más dañinas para el cultivo del arroz, ya que es la fuente de energía que necesita la planta para la fotosíntesis y la transpiración; La baja radiación solar durante la etapa vegetativa casi no afecta su rendimiento y formación, a diferencia de la etapa vegetativa cuando reduce mucho el número de espiguillas (Moquete, 2010).

2.3.5 Requerimientos edáficos

El mejor terreno para cultivar arroz debe ser plano; la textura puede ser arcillo-arenosa, arcillosa (moderadamente fina o muy fina como los Vertisoles) o franco arcillo-limoso y el pH adecuado se encuentra de 5,5 a 7, por debajo de ese rango, se eleva la toxicidad del Aluminio (Tinoco y Acuña, 2009)

La textura del suelo tiene un papel muy importante en el manejo del agua de riego y de la fertilización; cuando la textura es fina (arcilloso), los poros al tener tamaño reducido el movimiento del agua es lento; no obstante, si la textura es media, aumenta la pérdida de agua y fertilizantes por el lavado y de la percolación a causa del mayor tamaño de los poros (Degionanni et al., 2010).

En condiciones de suelos salinos, el arroz obtiene buenos rendimientos, porque tolera la salinidad, las moléculas salinas se lavan constantemente por lo riegos efectuados, en cambio en suelos orgánicos, el arroz se concreta buen comportamiento, solo se tiene que evitar el exceso en el uso de fertilizantes nitrogenados (Moquete, 2010).

En la gran parte de los suelos cultivados con arroz, a pocas semanas después de la inundación, produce el cambio a la neutralidad en el pH; pero en suelos ácidos aumenta, mientras que en suelos alcalinos baja; para exista alta liberación de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, disponibilidad de fósforo y bajos niveles en la absorción de Al, Mn, Fe, CO₂ y ácidos orgánicos el pH del suelo debe ser de 6.6 (Franquet y Borrás, 2004).

2.3.6 Demanda de agua

El abastecimiento adecuado del agua es uno de los factores principales en el arroz; la planta absorbe mayor cantidad de agua por las raíces, emplea menos del 15 % del agua absorbida y transpira el resto por los estomas de la hoja; en la mayoría de las variedades de arroz se desarrollan eficientemente y producen altos rendimientos en suelos inundados, debido a que modifica las propiedades físicas de la planta, las propiedades fisicoquímicas de los suelos, y restringe el crecimiento de malezas (Degionanni et al., 2010).

La deficiencia de agua en la fase de floración es originaria de intensa esterilidad de las flores, afectando el rendimiento, situación que es irreversible; por otro lado, si durante la etapa vegetativa se evidencia falta de agua, es posible obtener buena cosecha si se cuenta con suficiente recurso agua en los primeros diez días precedentes a la floración (Moquete, 2010).

2.4 Contaminación del agua en el cultivo de arroz

La degradación de los recursos hídricos en los ecosistemas arroceros es causada por las fuertes presiones aplicadas y las consecuencias de las actividades humanas, como la contaminación, los pesticidas químicos, los fertilizantes, los residuos agrícolas y los sedimentos (De Zsögön, 2005).

Por otro lado, se dice que el impacto de la actividad agrícola en la calidad del agua es el uso de pesticidas, ya que estas sustancias se filtran a las aguas subterráneas y causan problemas de salud a las personas cuando se ingieren. (Ongley, 1997). En zonas arroceras de la

Unión Europea se han evidenciado residuos altos de pesticidas en el agua superficial y subterránea (Bustos, 2012). Estudios posteriores confirman que el cultivo de arroz es un medio potencial contaminante de aguas subterráneas (Franco et al., 2012).

El excesivo manejo de fertilizantes nitrogenados aumenta el riesgo de que el agua se contamine con nitratos, y el uso prolongado de nitratos puede causar una afección llamada metahemoglobinemia (falta de oxígeno en la sangre), especialmente en los niños, porque cuando los nitratos se convierten en nitritos, se combinan con la sangre para formar metahemoglobina, que no puede transportar oxígeno, lo que dificulta la respiración (Gomero y Velásquez, 1999).

La FAO (2002), refiere que la contaminación por fertilizantes sucede cuando se utilizan en mayor cantidad que los cultivos lo requieren, también cuando se eliminan por acción del agua o por el viento antes que las plantas lo puedan absorber. Una cantidad mayor de nitrógeno o fosfato se infiltra en las aguas subterráneas o arrastrados por el agua. El exceso de nutrientes provoca la eutrofización de los espejos de agua provocando la proliferación de las algas compitiendo con otras plantas y animales acuáticos, además en donde se genera desequilibrio.

En los sistemas de riego de arroz, el agua aún se acumula en el suelo, y en estos sistemas elimina el agua junto con los residuos de pesticidas de los canales públicos y elimina la necesidad de sistemas de bombeo utilizados en sistemas de circulación e infusión de agua controlados de forma independiente en cada masa de suelo, limitando la pérdida del agua por transpiración e infiltración (Franquet y Borrás, 2004).

2.5 La problemática de los nitratos y las aguas subterráneas

La contaminación de las aguas subterráneas por nitratos es uno de los principales problemas de contaminación de las aguas subterráneas en España y es la base de la existencia de embalses de aguas subterráneas actualmente afectados, entre otros, el papel constante y creciente de diferentes fuentes, incluidas actividades industriales y urbanas; vertidos líquidos y lixiviados de residuos sólidos. En el sector agrícola, el exceso de nitrógeno en los fertilizantes no es absorbido por los cultivos y entra a los acuíferos por la zona no saturada.

De todas las actividades o instalaciones que pueden contaminar con compuestos nitrogenados, las prácticas agrícolas —fertilización, riego y estiércol— tienen el mayor impacto en la calidad del agua subterránea por su inmensidad y volumen de uso, pero no olvides que son fuentes de contaminación, puede tener un fuerte impacto en áreas específicas.

El ciclo del nitrógeno en el suelo agrícola implica varios procesos de transformación y transporte en el suelo y la introducción de diversas variables, actividades realizadas en la superficie del terreno, naturaleza de la zona no saturada, espesor, tipo de riego, etc. regular el flujo de agua subterránea o la incorporación de compuestos de nitrógeno de bajo volumen.

2.6 Dinámica de los nitratos en las aguas subterráneas

El comportamiento de los nitratos en los cuerpos de agua subterráneas, es dependiente de los factores que son muy diversos y en ciertas ocasiones son desconocidas; en tal sentido, por la circulación lenta de las aguas subterráneas debe pasar un largo tiempo para que el problema sea perceptible y/o notable; en tal sentido, la evolución del contenido de nitratos en las aguas subterráneas (pozos) se pueden determinar realizando las metodologías correspondientes sobre las concentraciones por largos periodos en el tiempo, o en todo caso recopilando la información científica respectiva en dichos cuerpos de agua (Yepis, 1999).

2.7 Propiedades fisicoquímicas del agua

Las propiedades químicas físicas nos proporcionan información extensa sobre la naturaleza del agua y sus características físicas sin proporcionar información sobre su impacto en los efectos de la biología del agua, Los métodos biológicos proporcionan esta información, pero no especificaron que los contaminantes o responsabilidades sean contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan usar ambos al evaluar los recursos hídricos. (Samboni et al., 2007).

2.7.1 Propiedades físicas del agua

Las sustancias que alteran la calidad del agua pueden no ser tóxicas, pero pueden cambiar la apariencia del agua, incluidos los sólidos en suspensión, la turbidez, el color y la temperatura. (Frías y Montilla, 2016).

Color

Indica la presencia de diversas sustancias en solución, como iones metálicos, humus y materia orgánica disuelta, que precipita en la masa de agua, es decir, color de agua después de la eliminación de la turbidez (Severiche et al., 2013).

Olor

Los olores indican la presencia de varias sustancias, generalmente orgánicas, aunque algunas sustancias inorgánicas, como el sulfuro de hidrógeno, también contribuyen al olor. (Severiche et al., 2013).

Turbidez

La turbidez en un cuerpo de agua es una propiedad visual de la dispersión y absorción de la luz, no una transmisión constante a través de la muestra; debido a la presencia de materiales suspendidos y coloidales como arcillas, limos, materiales orgánicos e inorgánicos finamente divididos, plancton y otros organismos materiales microscópicos (Severiche et al., 2013).

Conductividad eléctrica

Medir la conductividad eléctrica de una solución acuosa. Esta capacidad necesita de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, estados de valencia, movilidad, y temperatura. (Severiche et al., 2013).

Todos los valores de conductividad refieren a una temperatura como punto de referencia de 25 °C, su unidad de medida es $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Custodio y Llamas, 2001).

pH

Se mide el grado de acidez o basicidad de una disolución acuosa mediante 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 acidas, $\text{pH} > 9$ son salinas lo cual inciden negativamente en la absorción de nutrientes para en las plantas (Custodio y Llamas, 2001).

Oxígeno disuelto

Mide la capacidad oxidante de varios tipos de elementos en su forma reducida y cambia su solubilidad (Custodio y Llamas, 2001).

Alcalinidad

En la mayoría de las aguas naturales, la alcalinidad en realidad es causada por iones de carbonato y bicarbonato (Custodio y Llamas, 2001).

2.7.2 Propiedades químicas del agua

Las operaciones agrícolas contaminan los suministros de agua a través de fertilizantes que se filtran, especialmente nitratos y nitritos. Además, el uso inadecuado de pesticidas puede provocar que sustancias tóxicas contaminen el suministro de agua (Frías y Montilla, 2016).

a) Nitratos

El ion nitrato este concentrado entre 0,1 y 10 ppm, pero en aguas contaminadas llega hasta 1000 ppm. En concentraciones elevadas en el agua de beber puede producir cianosis en los niños (Custodio y Llamas, 2001).

2.7.3 Estándares de Calidad de Agua

Tabla 1. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (DS N° 004-2017-MINAM) Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales.

Parámetro	Unidad de medida	Riego para vegetales	
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido
Cloruros	mg/L	500	500
CE	uS/cm	2500	2500
Nitratos	mg/L	100	100
OD	mg/L	Mayor de 4	Mayor de 4
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5

2.8 Estado del arte

Vinelli (2012) hizo una evaluación analítica de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc, para lo cual se desarrolló e implementó un programa de monitoreo de aguas subterráneas. El análisis mostró que la concentración de nitrato

en la fecha del estudio estaba por debajo del límite de masa actual en el país, que es una respuesta fuerte pero precisa.

Ramos (2012) realizó el análisis fisicoquímico de las aguas drenaje del cultivo de arroz, efectuado en Costa Rica, donde se determinó, que existe una variación en las variables fisicoquímicas del agua, al incrementarse el valor de CE a 203.03 uS/ m, saturación de oxígeno disuelto (98.98%), pH (8.12), nitratos (70.29 mg/L), y reducción en la DBO (9.23 mg/L) y fósforo total (0.22 mg/L).

Mendoza A. y Córdova A., (2023) evaluaron la calidad del agua para el riego en la cuenca baja del río Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador, para el parámetro de nitrato estaba entre un rango de 7.03 y 8.97 mg/L, pH 7.0, Oxígeno disuelto 6 mg/L, CE 0.90 a 1.17 uS/m presentando un riesgo para el cultivo de arroz de contaminación de aguas subterráneas por la lixiviación de productos químicos.

Guerra J., (2020), en su trabajo de tesis titulado Evaluación de la calidad de Agua para el uso en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L) Cantón Daule, Provincia de Guayas, determinó que el agua tenía un pH de 6.3 a 8.3, nitratos de 1 mg/L.

Barrios M., García J., Basso C, (2012) estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada (urea, sulfonitrato de amonio y sulfato de amonio) sobre el contenido de nitrato y amonio en el suelo y la planta de maíz en Venezuela en el estado de Aragua, encontraron que los valores máximos de nivel de nitratos en el suelo disminuyeron a los 62 días en los rangos de 17.25 a 11.50 mg/kg, consecuencia del bajo nivel de M.O.

Rimski H., Alconada M. y Lavado R. (2000) en Argentina investigaron la lixiviación de nitratos a partir de fertilizantes nitrogenados (urea, nitrato de potasio y fosfato di amónico) y biosólidos en un suelo arcilloso, encontraron que en uso indiscriminado de fertilizantes provoca la concentración de nitratos en el suelo de 83kg/ha.

Rincón Sánchez et al (2002), estudiaron la influencia de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg en España, el nitrato se incrementó de 98 ppm cuando se aplicó los fertilizantes nitrogenados fueron nitrato amónico, nitrato cálcico y fosfato monoclinico y a los 90 días disminuyó a 6.4 ppm de nitrato.

Quilca A. (2018) determinó el contenido de nitrato en suelo, planta, tubérculo en cultivo de papa (*Solanun tuberosum*) para evaluar la contaminación con nitratos en Ibarra Ecuador, encontró que en suelo los valores están entre 0.8 – 1.8 mg/l de nitrato.

Conti M., Rodríguez A., Peña S., (1985) investigaron la distribución y dinámica de los nitratos en Argiudoles Serie Arroyo Dulce y Delgado, bajo cultivo de maíz en Buenos Aires Argentina, concluyeron que el suelo en barbecho o arado tienen una concentración de 80 a 120 ppm de nitrato.

Barbieri P., Echevarría H., Sainz Rozas H., (2009) estudiaron los nitratos en el suelo a la siembra o al macollaje como diagnóstico de la nutrición nitrogenada en trigo en el Sudeste Bonaerense uno de sus objetivos fue evaluar el contenido de nitratos en el suelo a las profundidades de 0- 20 de 20-40 cm y de 40 -60, encontraron que de 0.20cm su contenido fue de 20 kg/ha a la siembra y 14 kg/ha al macollaje, de 20-40 cm fue de 12kg/ha a la siembra y 10kg/ha a los 40-60 cm fue de 8 kg/ha y 10 kg/ha.

III MATERIALES Y MÉTODOS

2.4. Lugar de ejecución

Este trabajo de investigación se ejecutó en la parcela señor Guido Silver Huanca en una superficie de 01 ha⁻¹ perteneciente al Comité de Agua, localizado en el Centro Poblado Campo Grande, Pueblo Nuevo donde se encuentren los terrenos de cultivo de arroz, con 06 años de antigüedad del cultivo.

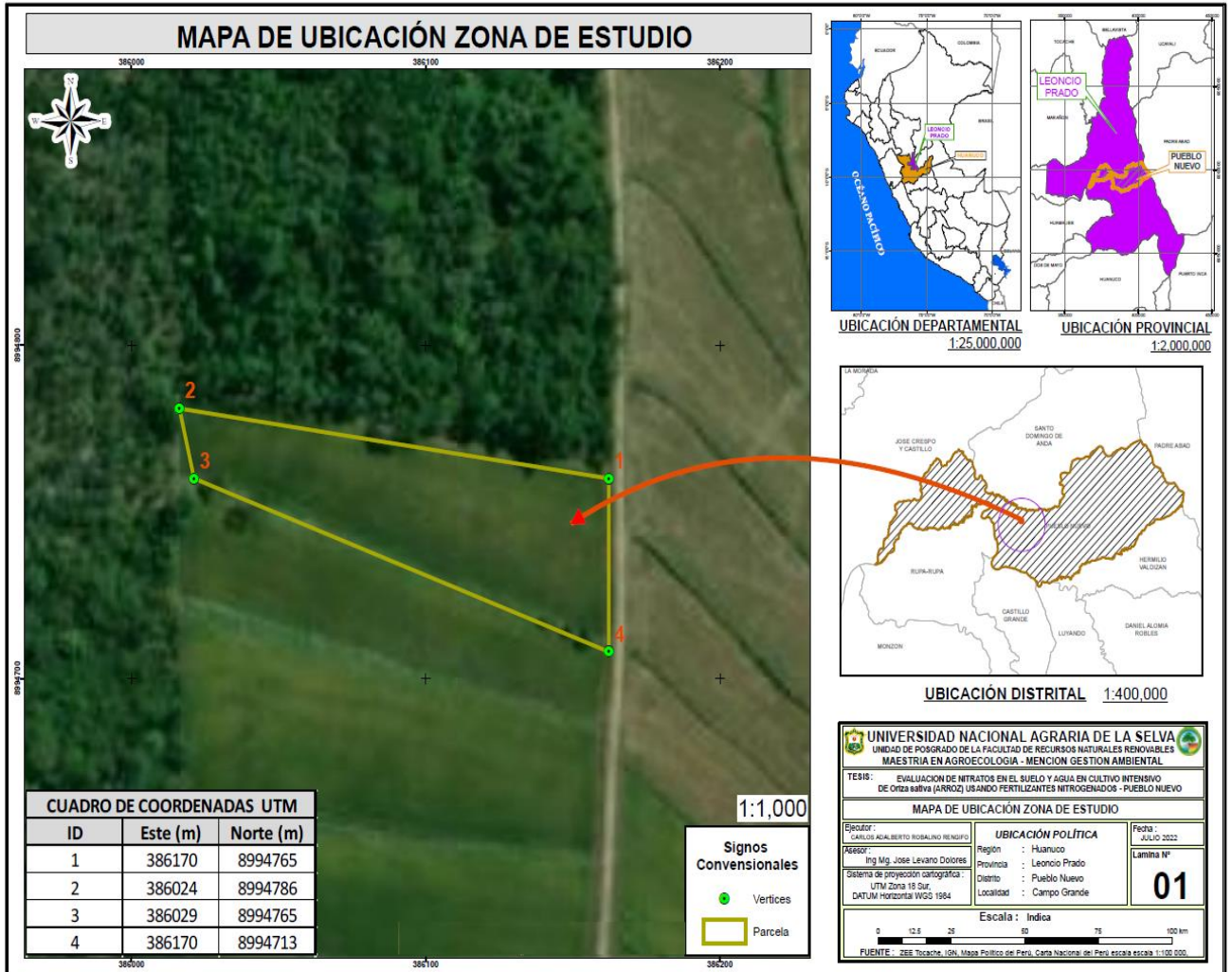


Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela estudiada

Los análisis de agua y suelos fueron realizados en Laboratorio de Conservación de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Selva (UNAS).

2.4.1. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de la parcela en estudio tiene las siguientes coordenadas UTM:

Norte : 8994786

Este : 386029

Altitud: 609 msnm

2.4.2. Ubicación política del área de trabajo

El Centro Poblado de Campo Grande está ubicado en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco (INEI, 2017).

2.5. Condiciones edafoclimáticas del área de estudio

2.5.1. Suelos

El distrito de Pueblo Nuevo está constituido por suelos aluviales de buena profundidad (Holdridge, 1967).

2.5.2. Clima

El aspecto bioclimático calculado se caracteriza por la precipitación media anual total de 3500 mm con fluctuaciones de aproximadamente 3000 a 4000 mm. La temperatura biológica media anual se estima en 21°C. El coeficiente de evaporación es de alrededor de 0,35, lo que indica la naturaleza semihúmeda de esta asociación (Holdridge, 1967); la humedad relativa promedio es de 82.6%, la temperatura promedio es de 24°, zona de vida bosque húmedo montano premontano tropical (bmh-PT) (MINAGRI 2014).

2.5.3. Hidrología

El agua de riego proviene del Rio Anda un afluente del rio Huallaga.

2.6. Materiales y equipos

2.6.1. Materiales

Para el desarrollo del trabajo de campo se usaron los siguientes materiales: arroz variedad Feron, úrea (45% N), fosfato de amonio (6% N, 46% P), sulfato de Amonio (21% N, 24% S), envases de plástico de 1 litro, bolsas de plástico de 5 kg, muestreador de suelo y libreta de campo

2.6.2. Equipos

Se utilizaron lo siguiente: GPS Garmin y cámara fotográfica Casio.

2.7. Metodología

2.7.1. Fase campo

A) Muestreo de suelos y agua

El muestreo de suelos se realizó el 09 de octubre del 2021.

El muestreo de agua se realizó a los 60 días de la siembra (21 de octubre del 2021).

El muestreo de suelos se realizó en cuatro puntos al azar en la parcela de 1 ha.

Las muestras de agua fueron tomadas del sobrenadante de la parcela de cuatro lugares.

Una vez rotulados fueron trasladados al laboratorio.

B) Frecuencia de muestreo

Se realizó 5 muestreos del agua en las parcelas de arroz; el primero será a los 30 días después de la siembra del cultivo, al primer abonamiento con fertilizantes nitrogenados. Los siguientes muestreos fueron cada 30 días hasta la cosecha.

Siembra: La siembra se realizó el 25 de octubre la variedad usada fue Feron.

Fertilización: Los fertilizantes nitrogenados aplicados al voleo fueron:

125 kg/ ha Fosfato de amonio

100 kg/ ha de Urea

100 kg/ha de Sulfato de amonio

La primera aplicación fue de sulfato de amonio y urea en su totalidad y fosfato de amonio (fraccionado 50 Kg) a los 60 días de la siembra y los 75 kg a los 90 días.

También se aplicó abonos foliares como: enraizador y fosforo foliar.

C) Control de plagas y enfermedades

Para el control de insectos se aplicaron los siguientes insecticidas: para los chinches), hongos, gusano y polillas.

2.7.2. Fase laboratorio y gabinete

Consistió en el acondicionamiento de las muestras de suelo y agua para trasladarlos al Laboratorio de Conservación de Suelos de la UNAS.

2.7.2.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

Los parámetros fisicoquímicos que se analizarán corresponden a la categoría del 3 "agua para riego" del Decreto Supremo 2007 - y que según Bazán (2017) los parámetros para dicha categoría son: pH, CE, alcalinidad.

A) Conductividad eléctrica

La medición se hizo utilizando el método del del conductímetro que tuvo el siguiente procedimiento:

Se tomo 50ml de la muestra y se colocó en un vaso de precipitación de 100ml. Se leyó en el Conductímetro

B) pH

Se empleo el método del potenciómetro, dicho equipo se calibra mediante soluciones buffer pH 7.0 y pH 4.0.y se sigue el siguiente procedimiento:

Se tomo una alícuota de 50 ml y se coloca en un vaso de precipitación de 100ml Se determinó el pH en el potenciómetro previamente calibrado.

C) Alcalinidad

Se determino por el método de titulación, se tomo 50 ml de la muestra de agua (alícuota) y se trasvaso a un matraz Erlenmeyer.

Se añadió 3 gotas de fenolftaleína, titular con el H₂SO₄ 0.02 N hasta una coloración rosado (equivalente a pH 8.3) y registrar la cantidad gastada.

En el matraz titulado con fenolftaleína, se añadió 3 gotas de anaranjado de metilo (alcalinidad total) y continuar con la titulación con el H₂SO₄ 0.02 N hasta el color de equivalencia anaranjado (4.6 pH) y rosado (4.0 pH).

Se realizo los siguientes cálculos:

Formula 1: Alcalinidad en fenolftaleína mg/L CaCO₃

$$\frac{A \times N \times 50\,000}{mL \text{ de muestra}}$$

Formula 2: Alcalinidad total mg/L CaCO₃

$$\frac{B \times N \times 50\,000}{mL \text{ de muestra}}$$

Donde:

A= gasto en titulación con fenolftaleína

B = gasto en titulación de anaranjado de metilo

D) Cloruros

Se uso el método de Mohr

Se tomo 25 ml de la muestra y se colocó en un matraz de 125 ml.

Se añadió una gota de solución de anaranjado de metilo al 1 % hasta que sea rojo.

Se añadió gota a gota la solución de NaOH 3M hasta que se torne amarillo. Se adiciono una gota de ácido nítrico para volverlo rojo.

Se agrego 1 gr de bicarbonato de sodio hasta disolverlo totalmente Se añadió 1 ml de solución de cromato de potasio al 5% y ase agito.

Se título con nitrato de plata 0.1N hasta que se torne café rojizo.

También se hizo una prueba en blanco (se agregó todas las soluciones menos el agua).

Fórmula 3: Determinación de cloruros

$$Cl = (V - v) \times N \times 0,0355$$

Donde:

V = ml de gasto de nitrato de plata en la titulación

v = ml de gasto de nitrato de plata en la titulación del blanco.

N = normalidad del nitrato de plata

0.035 = peso miliequivalente del cloruro.

E) Nitratos

Se tomó 0.5 ml de alícuota de la muestra en tubos de ensayo de 30 ml, seguido se adicionó 1 ml de solución ácido salicílico, luego se

agitó y se dejó reposar por durante 30 minutos. Se continuó agitando y se agregó 10 ml de NaOH al 4 N, y se prosiguió a la lectura de la absorbancia a 410 - 420 nm. Finalmente se empleó el siguiente cálculo con la siguiente fórmula:

Fórmula 4: Determinación de nitratos

$$mg \text{ de } N\text{-NO}_3/L = \frac{4 \times \text{lectura en curva}}{0,5}$$

F) Dureza

Para este parámetro de dureza en el agua se empleó el método de Complexometria donde se realizó el siguiente procedimiento y luego se realizaron los cálculos respectivos:

Se tomó 25 ml de la muestra de agua y se colocó en un matraz de Erlenmeyer de 125 ml.

Se agregó 3ml de la solución reguladora de pH = 10.

Se adicionó 3 gotas del indicador de Eriocromo negro T.

Se tituló con EDTA hasta que vire de rojo vino a azul se anotó el gasto.

Fórmula 5: Determinación de dureza del agua

$$CaCO_3 = \frac{A (1111) \times 1000 \times Fc}{Vm (mL)}$$

Donde:

A = Volumen de EDTA gastado

Fc = Factor de corrección del EDTA

Vm = Volumen de la muestra

2.8. Tipo y nivel de investigación

Este estudio se enmarca dentro del tipo experimental, para conocer el comportamiento de los fertilizantes nitrogenados en las propiedades fisicoquímicos del agua de riego en el cultivo del arroz (Hernández et al., 2014).

El nivel de investigación será explicativo, ya que la investigación intentará determinar el efecto de los fertilizantes nitrogenados en la concentración de nitratos en el suelo y agua (Hernández et al., 2014).

2.9. Diseño de investigación

El trabajo de investigación se realizó mediante el diseño Experimental, de tipo transeccionales correlacionales-causales, porque se describió las relaciones entre las dos variables en un momento determinado, y se estudió la relación causa-efecto (Hernández et al., 2014).

2.10. Variable de la investigación

2.10.1. Variable independiente

- Fertilizantes
- Suelo del cultivo

2.10.2. Variables dependientes

Consistieron las siguientes variables:

- Textura
- Materia orgánica
- Fosforo
- Potasio
- Capacidad de Intercambio Catiónico
- Nitratos
- pH
- Cloruros
- Conductividad eléctrica
- Alcalinidad
- Oxígeno disuelto
- Dureza

2.11. Procesamiento y análisis de la información

Los datos obtenidos fueron procesados con tablas estadísticas y se utilizó la técnica estadística de comparación de los valores medios de las respectivas muestras para determinar las diferencias de parámetros físicos y químicos antes y después del cultivo del arroz. El análisis de la información se realizará mediante el software estadístico SPSS V. 26.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de suelos

En la Tabla 3 se observa las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo al inicio de la investigación, el suelo presento textura franca arcillo limoso de fácil trabajabilidad, pH ligeramente ácido (5.38), materia orgánica baja (1.40%), porcentaje de nitrógeno pobre (0.06), contenido de fósforo medio (12.6 ppm), potasio bajo (100 kg/ha), CICE bajo (6.66 meq/100g/suelo), porcentaje de saturación de bases alto (91%) y acidez cambiante bajo (9%). La fertilidad del suelo en estudio es media.

Al final de experimento el suelo presento una textura pesada (arcilloso), pH fuertemente ácido (4.20), contenido medio de materia orgánica (2.60%), tenor medio de nitrógeno (0.11%), contenido medio de fósforo (11.10 ppm), bajo nivel de potasio disponible (85 kg/ha), y bajo nivel de Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo (3.09 meq/100gsuelo); dando como resultado una fertilidad baja.

El cultivo de arroz en forma intensiva provoca una disminución de la fertilidad de los suelos por las labores de manejo, asimismo la textura es pesada lo que provoca que las labores de cultivo sean más laboriosas, y se tiene que fertilizar para suplir las necesidades nutricionales del cultivo.

Tabla 3. Análisis de suelos al inicio y final de la investigación

Muestra	Análisis mecánico														
	Arena %	limo %	arcilla %	Textura	pH	M.O %	N %	P ppm	K k/ha	CICE	Ca	Mg	K	Na	Al + H me/ 100g suelo
Inicio	25	43	32	franco arcilloso limoso	5.38	1.40	0.06	12.6	100	6.66	5.12	0.93	-	-	0.47
Final	23	54	23	arcilloso	4.20	2.60	0.11	11.10	85	3.09	2.06	0.28	0.1	0.01	0.60

4.2 Nitrato del suelo

En la tabla 4 y 5 se puede observar que, al inicio de la siembra, suelo tenía una concentración de 2.75 ppm de nitrato después del abonamiento se incrementó a 5.51 ppm, a partir de los 90 días empezó a decrecer, a los 150 días llegó a 2.91

ppm., en los periodos de tiempo hay diferencia significativa en la concentración de nitrato en el suelo.

El nitrato es muy móvil en el suelo de los campos de arroz. Esto afecta especialmente a los cultivos de regadío porque los nitratos pueden filtrarse a áreas más profundas (un proceso llamado lixiviación) y en altas concentraciones puede contaminar las aguas subterráneas y los pozos.

El nitrato en el suelo se incrementó con el abonamiento de los fertilizantes nitrogenados como urea, fosfato de amonio y sulfato de amonio después los niveles descendieron por lixiviación y evaporación por las elevadas temperaturas de la zona, periodo de inundación, y no se alcanza una condición fuertemente fueron suficientes como para que el NO_3 sea reducido y se pierda como N_2O y N^2 .

El contenido encontrado para nuestro estudio es menor a lo encontrado por Barrios et al (2012), Rimski et al (2000), Conti et al (1985) y Rincón (2002) y pero mayor a lo encontrado por Quilca (2018).

Tabla 4. ANOVA de nitrato en el suelo en diferentes periodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	25.868	4	6.467	6.692	*
Error experimental	14.496	15	0.966		
Total	40.363	19			

Tabla 5. Comparaciones de medias de nitrato (ppm) en el suelo en diferente periodo de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Merito
				Límite inferior	Límite superior	
30	2.75	0.13	0.07	2.54	2.96	a
60	5.51	2.06	1.03	2.23	8.79	a
90	4.58	0.66	0.33	3.52	5.63	Ab
120	2.75	0.28	0.14	2.30	3.21	b
150	2.91	0.21	0.10	2.58	3.25	B

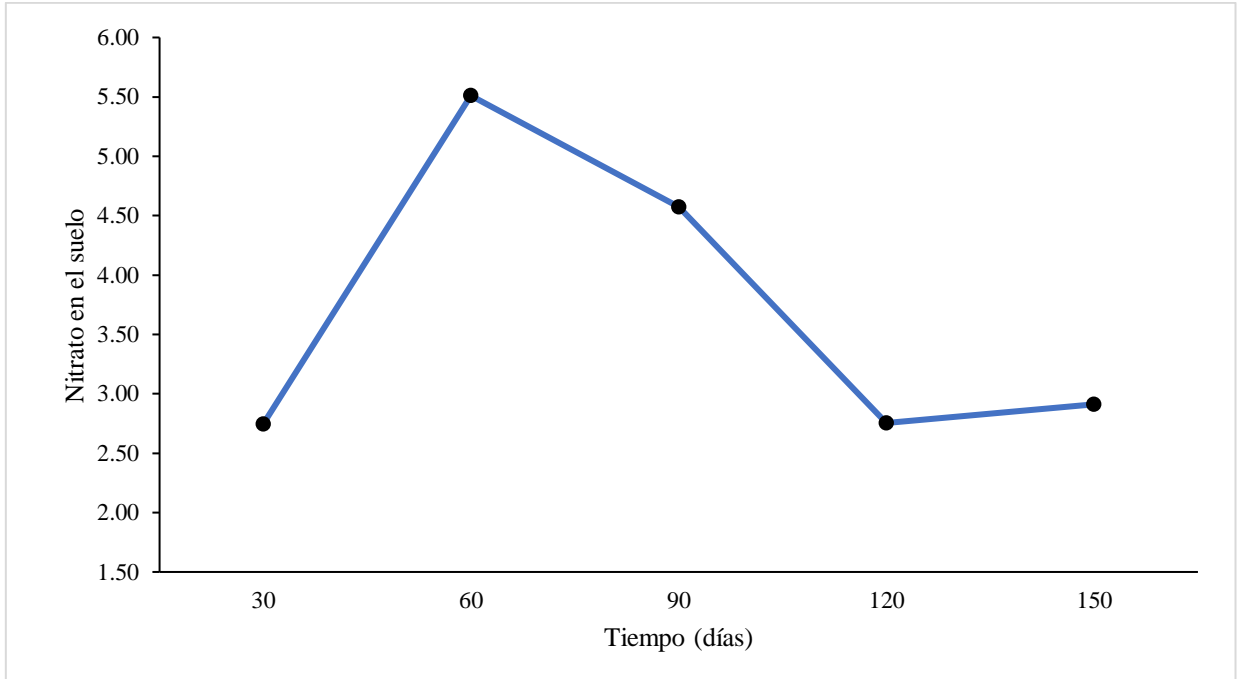


Figura 2. Variaciones de nitratos en el suelo en diferentes intervalos de días en el cultivo de arroz.

4.3 Nitrato del agua

En las tablas 6 y 7 y gráfico 3 nos indica que al inicio del cultivo de arroz el agua tuvo un nivel de 0.41 mg/L a los 60 días disminuyó a 0.19 mg/L después del abonamiento se incrementó a 0.75 mg/L, al final del cultivo para cosecha a los 150 días el agua tenía un nivel de 0.39 mg/L., dando lugar a las hay diferencias significativas en los niveles de nitratos en los periodos de tiempo.

Los nitratos y nitritos en las aguas de los ríos y quebradas son indicadores resaltantes en la calidad del agua, ambos están relacionados con el ciclo del nitrógeno en suelos y plantas. La disminución de nitratos en el agua en el cultivo de arroz es debido evaporación por las altas temperaturas de la zona.

Nuestros datos fueron menores a lo hallado por Vinelli (2012) cuyos datos no superaron los ECA agua, asimismo a lo encontrado por Guerra (2020) y Mendoza (2023), en agua en cultivo de arroz en Ecuador.

Tabla 2. ANOVA de nitratos en el agua en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tiempo (días)	0.722	4	0.180	6.253	*
Error experimental	0.433	15	0.029		
Total	1.154	19			

Tabla 3. Comparaciones de medias de nitratos en el agua en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Significancia
				Límite inferior	Límite superior	
30	0.41	0.03	0.02	0.35	0.46	Ab
60	0.19	0.05	0.02	0.11	0.26	B
90	0.75	0.37	0.19	0.16	1.34	A
120	0.30	0.04	0.02	0.24	0.35	B
150	0.39	0.03	0.02	0.34	0.44	Ab

Existe diferencia significativa entre mediciones

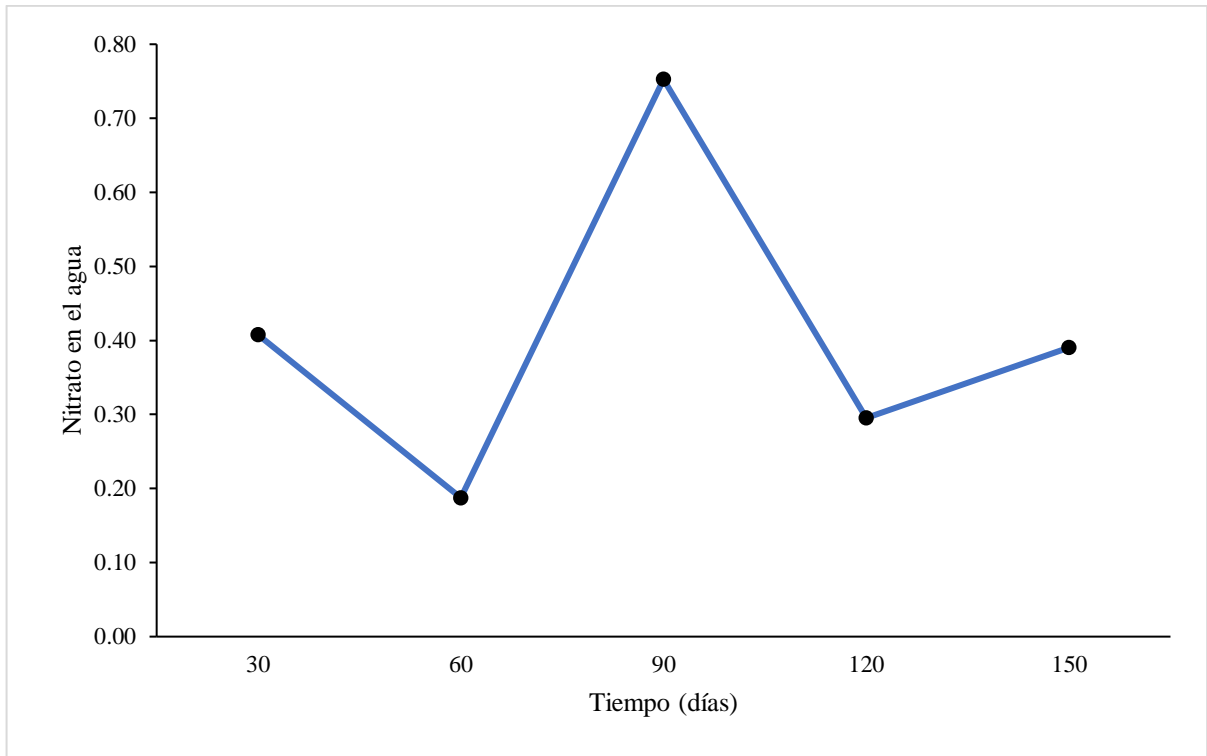


Figura 3. Variación de nitratos en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.

4.4 Dureza

En las tablas 8 y 9 y grafico 4 se puede visualizar que al inicio (30 días) del cultivo de arroz la dureza del agua era de 4.98 mg/L, a los 60 días tenía un nivel de 23.40 mg/L, después del abonamiento se incrementó la dureza a 37.23 mg/L a los 120 días disminuyo a 24.83 mg/L y al final del cultivo aumento a 110.70mg/L, encontrándose diferencias altamente significativas en los diferentes tiempos del cultivo

La dureza de las aguas de riego varia ampliamente, se debe a la presencia de sales de calcio y magnesio. También causan dureza en el agua el hierro, aluminio y manganeso, comúnmente no se encuentran en cantidades considerables (Ramos 2007), en el caso del agua en el cultivo de arroz la variación es debido al abonamiento y a la evaporación que se da al final del cultivo.

Tabla 4. ANOVA de la dureza del agua en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	26951.747	4	6737.937	126.109	**
Error experimental	801.443	15	53.430		
Total	27753.190	19			

Tabla 5. Comparaciones de medias de la dureza en el agua en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Orden de Merito
				Límite inferior	Límite superior	
30	4.98	1.20	0.60	3.06	6.89	c
60	23.40	2.82	1.41	18.92	27.88	b
90	37.33	5.09	2.54	29.23	45.42	b
120	24.83	6.19	3.10	14.97	34.68	b
150	110.70	13.91	6.96	88.56	132.84	A

Letras distintas demuestran diferencias estadísticas entre cada medición

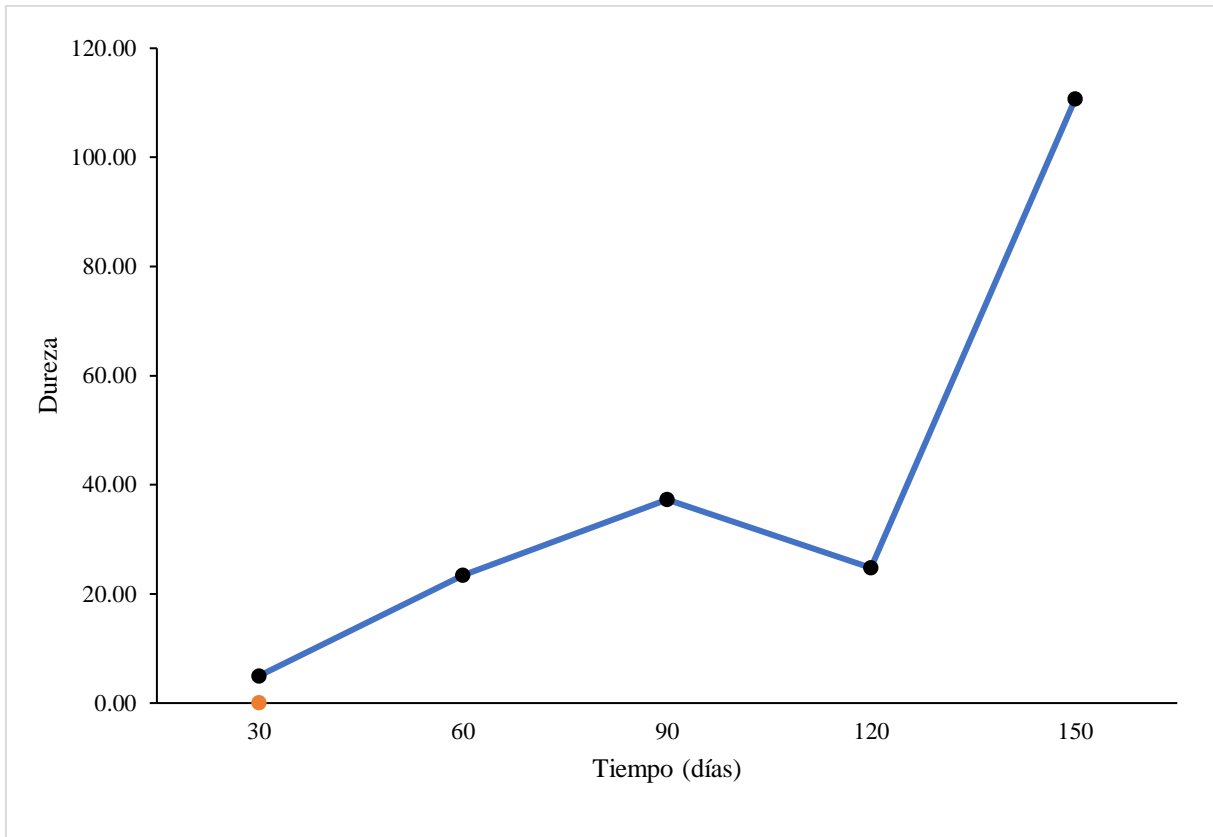


Figura 4. Variación de la dureza en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.

4.5 Oxígeno disuelto

En la tabla 10, 11 y gráfico 5 se muestran los resultados de oxígeno disuelto al inicio de la siembra a los 30 días tenía una concentración de 0.18 mg/L, a los 60 días se incrementó a 0.70 mg/L a los 90 días tuvo un nivel de 10.69 mg/L a los 120 días descendió a 9.98 mg/L al final del cultivo el agua tuvo una concentración de 9.70 mg/L, los niveles de oxígeno disuelto son altamente significativos en los periodos del cultivo.

Es un indicador del contenido de materia orgánica del agua. El agua es la que aporta oxígeno para las raíces, evitando la asfixia de las raíces. Los datos encontrados son la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. La disminución se debe a la presencia de plantas acuáticas y la presencia de materia orgánica que está en proceso de descomposición. Esto se da al inicio del cultivo entre 30 a 60 días después del abonamiento. El cultivo es denso y no permite el crecimiento de plantas acuáticas.

Los rangos de oxígeno disuelto que están dentro de los estándares para el agua de riego en este caso el arroz, asimismo son similares a lo encontrado por Mendoza

(2023), par nuestro caso al inicio no supera los ECA de agua después de los 90 días supera los ECA de agua (DS N° 004 – 2017 – MINAM.

Tabla 6. ANOVA de oxígeno disuelto en el agua en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	453.414	4	113.353	50.325	**
Error experimental	33.787	15	2.252		
Total	487.200	19			

Tabla 7. Comparaciones de medias de oxígeno disuelto en el agua en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Significancia
				Límite inferior	Límite superior	
30	0.18	0.02	0.01	0.15	0.21	a
60	0.70	0.60	0.30	-0.26	1.66	b
90	10.68	2.97	1.49	5.94	15.41	a
120	9.98	1.26	0.63	7.97	11.98	a
150	9.75	0.69	0.34	8.66	10.84	a

Letras distintas demuestran diferencias estadísticas entre cada medición

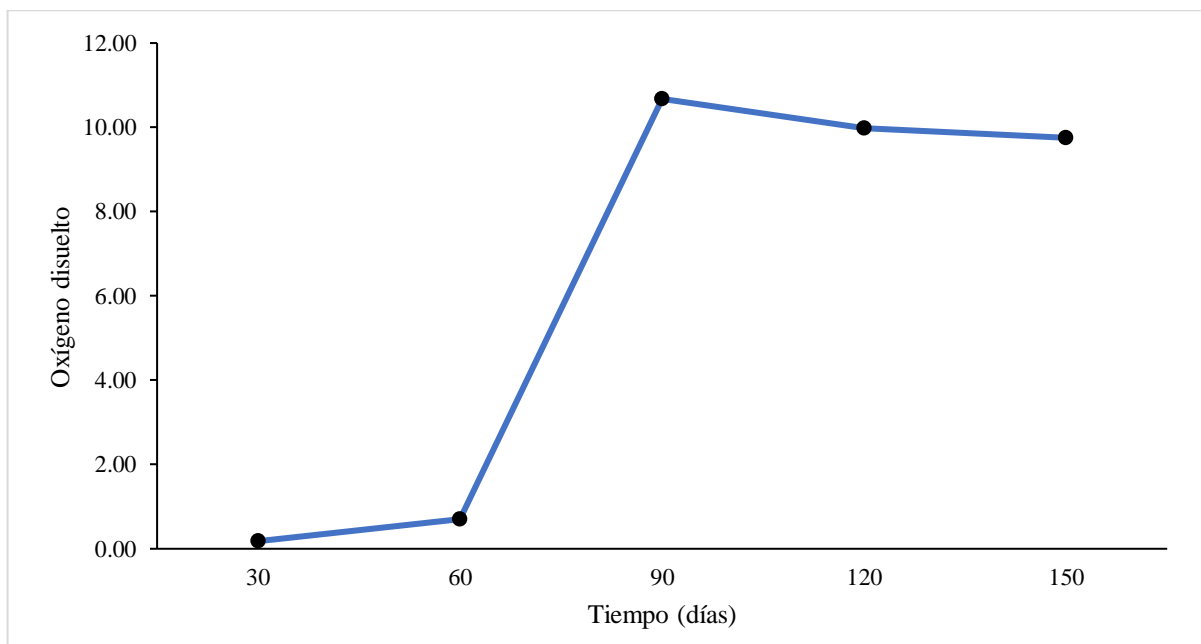


Figura 5. Variación de oxígeno disuelto en el aguade riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.

4.6 Alcalinidad

Observamos en la tabla 13 y grafico 6 que al inicio la alcalinidad 0.21 mg/L, a los 60 días disminuyo a 0.20 mg/L después del abonamiento subió a 3.25 mg/L a los 120 días se incrementó a 3.90 mg/L al final del cultivo la alcalinidad fue de 7.75 mg/L. la alcalinidad tiene diferencias estadísticas muy alta en los diferentes tiempos del cultivo.

La alcalinidad, es la propiedad del agua para neutralizar la acidez o el poder buffer del agua de riego, es el contenido de carbonatos y bicarbonatos e hidróxidos. Asimismo, está muy relacionado con el pH, esta tendencia a incrementarse es debido a la evaporación del agua aumentando la concentración de sales en el agua del cultivo de arroz.

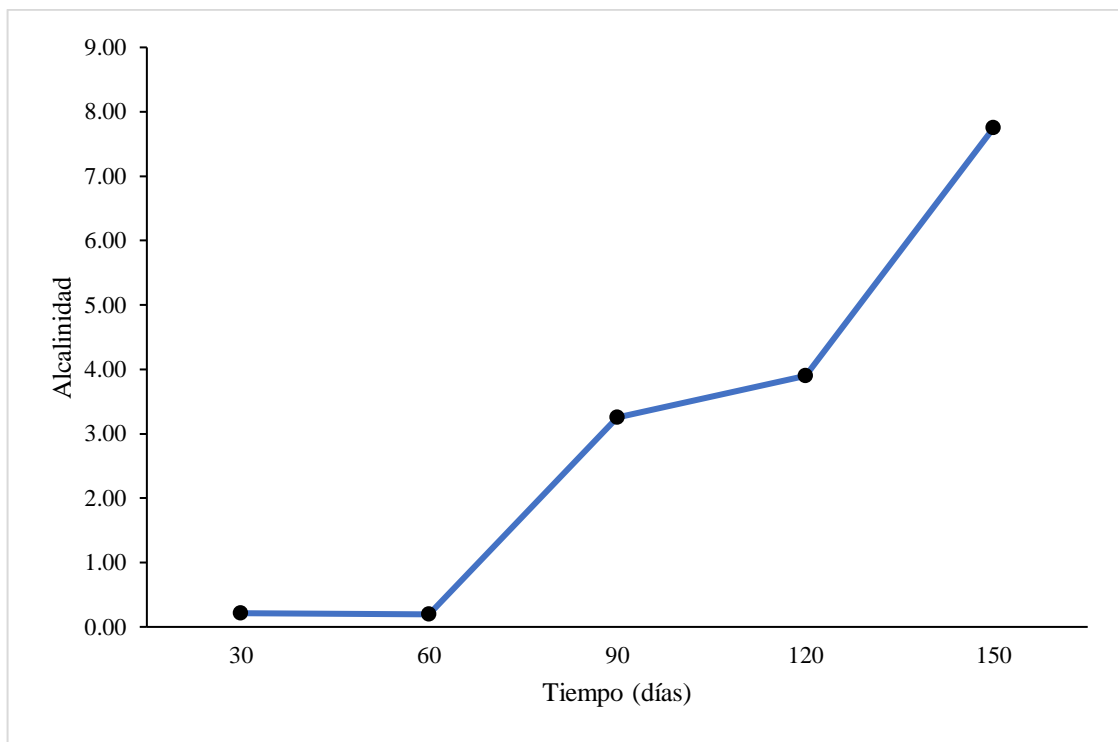
Tabla 8. ANOVA de alcalinidad en el agua en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	156.217	4	39.054	102.706	**
Error experimental	5.704	15	0.380		
Total	161.921	19			

No significativo al 95%

Tabla 9. Comparaciones de medias de alcalinidad en el agua en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Significancia
				Límite inferior	Límite superior	
30	0.21	0.03	0.01	0.16	0.26	c
60	0.20	0.02	0.01	0.16	0.23	c
90	3.25	0.82	0.41	1.94	4.56	b
120	3.90	0.62	0.31	2.91	4.89	b
150	7.75	0.91	0.46	6.29	9.21	a

**Figura 6.** Variación de alcalinidad en el agua de riego en diferentes intervalos de días del cultivo de arroz.

4.7 Conductividad eléctrica

En la Tabla 15 y en la figura 7 se observa la variación de la CE, a los 30 días el nivel fue de 145.03 uS/cm., a los 60 días la concentración aumento a 192.55 uS/cm. a

los 90 días descendió a 13.15 uS/cm, tendencia que se mostraron para los 120 y 150 días 13.45 uS/cm y 13.38 uS/cm respectivamente. La CE tiene un comportamiento altamente significativo en los diferentes tiempos del cultivo del arroz.

Las diferencias en la CE en los diferentes periodos de tiempo, es debido como este cultivo es intensivo, cuando termina una cosecha y se siembra otra vez en el suelos hay sales concentradas del cultivo anterior el agua de riego inicial disuelve las sales acumuladas en el suelo más la aplicación de las sales en forma de fertilizantes la CE aumenta y después disminuye y se estabiliza por los riegos frecuentes ya que es un cultivo de anegamiento. efecto sobre la CE del agua de riego en el arroz, con el tiempo estas sales se lixivian, por lo tanto, la CE disminuye.

Los valores hallados fueron mayores a lo encontrado por Mendoza A, y Cordova (2023) y menor a lo estudiado por Ramos (2012) asimismo menores a lo determinado por el DS N° 004-2017 -MINAM.

Tabla 10. ANOVA del contenido de conductividad eléctrica en el agua en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	120529.155	4	30132.289	23.707	**
Error experimental	19065.775	15	1271.052		
Total	139594.931	19			

Tabla 11. Comparación de medias de conductividad eléctrica en el agua en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Significancia
				Límite inferior	Límite superior	
30	145.03	50.26	25.13	65.05	225.00	a
60	192.55	61.85	30.93	94.13	290.97	a
90	13.15	1.10	0.55	11.40	14.90	b
120	13.45	0.94	0.47	11.95	14.94	b
150	13.38	1.05	0.53	11.70	15.05	b

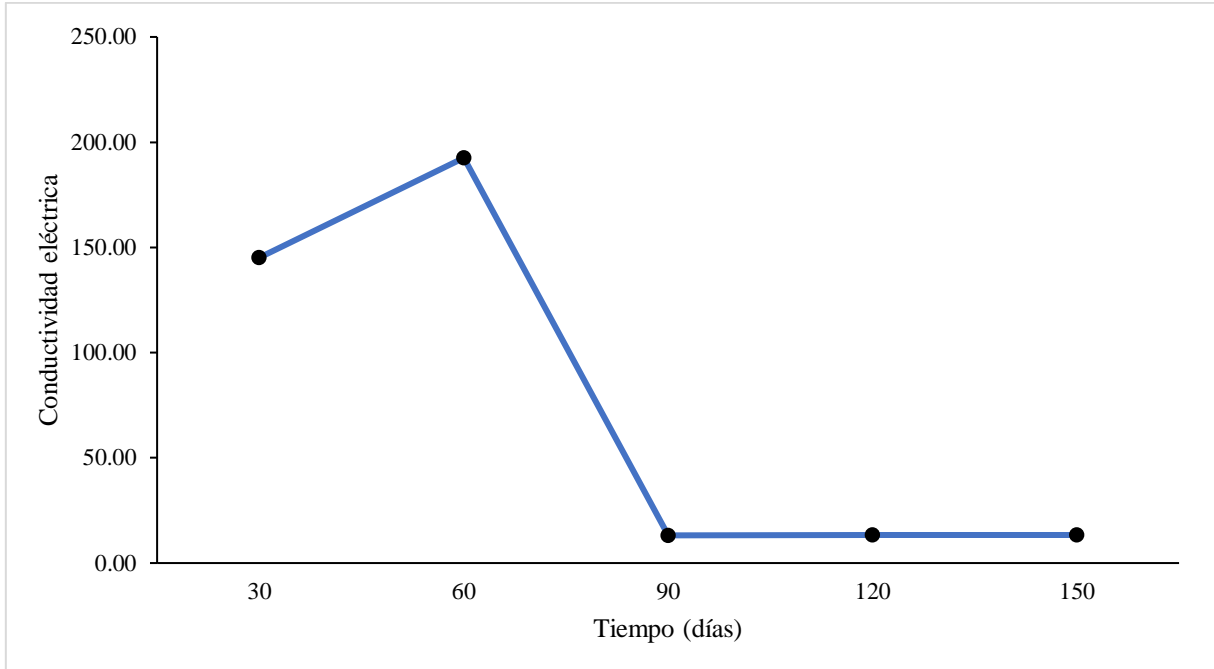


Figura 7. Variación de conductividad eléctrica en el agua de riego en diferentes intervalos de días en el cultivo de arroz.

4.8 Cloruros

En la tabla 17 se visualiza que al momento de la siembra ósea a los 30 días el agua de riego tenía un valor de 29.20 mg/L a los 60 días disminuyó 19.27 mg/L a los 90 días la tendencia fue decreciente y presentó un nivel de 12.58 mg/L, a los 120 tuvo un valor de 13.25 mg/L a los 150 días presentó el mismo valor (13.25 mg/L). Los niveles de cloruros son estadísticamente altamente significativos en el cultivo en estudio.

En la figura 8 la tendencia del contenido en el agua es a la disminución debido a su estancamiento por el anegamiento y estancamiento del agua propio del cultivo casi por 150 días. El cloruro proviene del cloruro de hidrógeno en uno de los aniones inorgánicos del agua cuyo contenido proviene del río que abastece al cultivo de poco a poco se va evaporando.

Nuestros datos son menores a lo estipulado en los Estándares de Calidad Ambiental para agua de riego (DS N° 004-2017-MINAM) que es de 500 mg/L.

Tabla 12. ANOVA de contenido de cloruros en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	1051.972	4	262.993	57.895	**
Error experimental	68.138	15	4.543		
Total	1120.111	19			

Tabla 13. Comparaciones de medias de cloruros en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Significancia
				Límite inferior	Límite superior	
30	29.20	4.14	2.07	22.61	35.79	a
60	19.27	1.28	0.64	17.23	21.31	b
90	12.58	1.17	0.59	10.71	14.44	c
120	13.25	1.42	0.71	10.99	15.51	c
150	8.25	0.72	0.36	7.10	9.40	d

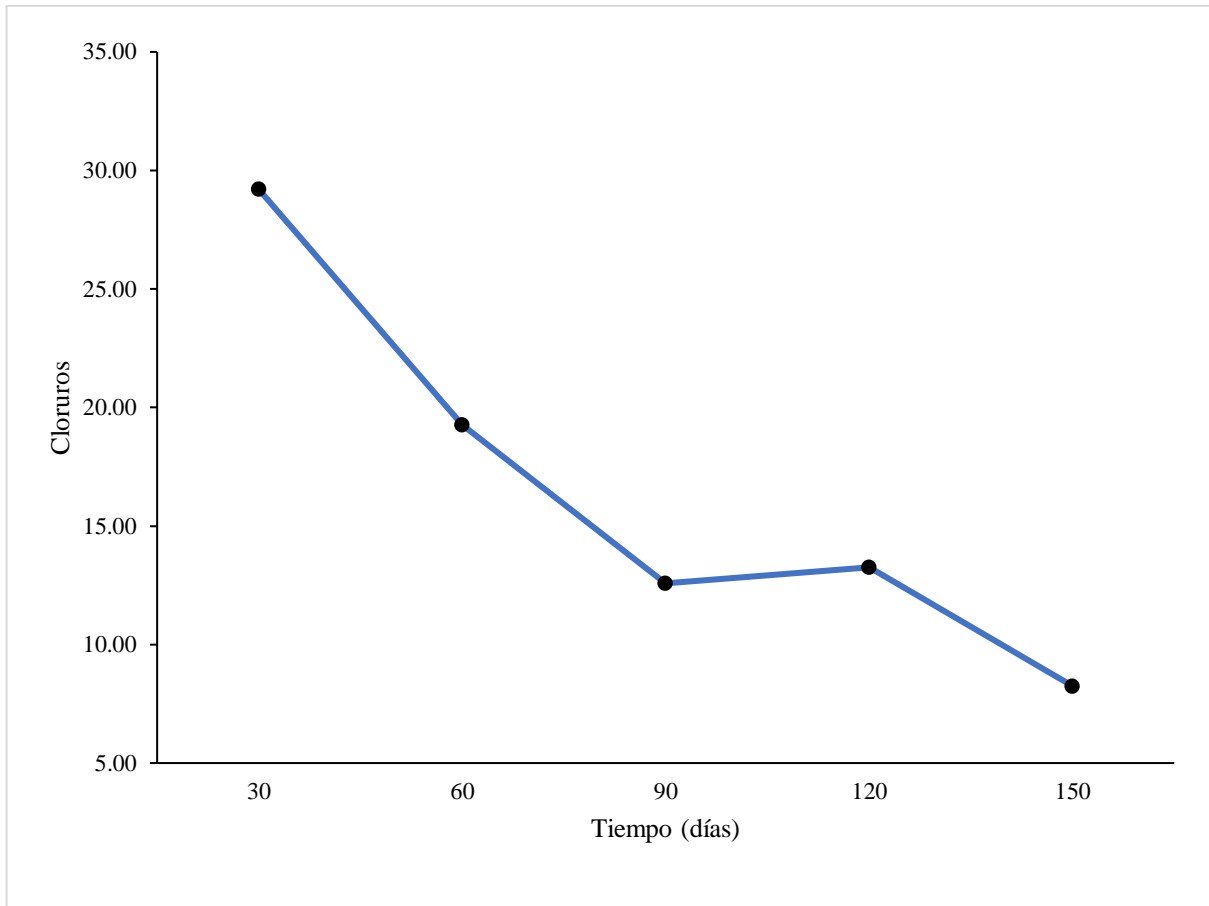


Figura 8. Variación del contenido de cloruros en el agua de riego en diferentes períodos de días en el cultivo de arroz.

4.9 pH

En la tabla 19 y figura 9, se visualiza que al inicio del estudio el pH del agua era de una acidez muy débil (6.58) después del abonamiento disminuyó a muy ácido (3.93) a los 90 y 120 días la acidez era media (5.38, 5.50) a los 150 días el pH volvió a tener una acidez muy débil (6.65). Los tenores de pH son altamente significativos en los períodos de tiempos en el cultivo del arroz.

La aplicación de los fertilizantes, nitrogenados tienen efecto ácido sobre el agua, genera alta concentración de amonio en su proceso de hidrólisis lo que puede afectar la absorción de cationes especialmente el potasio (Portal frutícola 2019) a los 90 días se incrementa el pH hasta después de la cosecha, el pH óptimo del agua de riego es de 5.5 a 6.5, las variaciones son temporales debido a la aplicación de los fertilizantes.

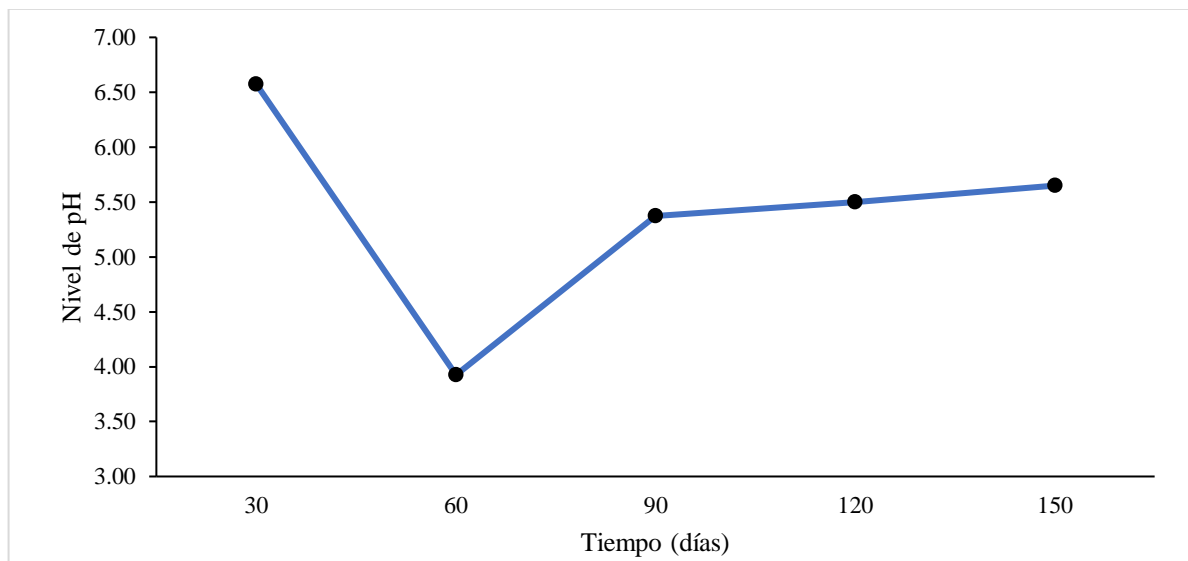
Los pH encontrados en este estudio son menores a los hallados por Mendoza et al (2023) indica un pH 7, Guerra (2020) pH 6.3 – 8.3, Ramos (2012) pH 8.12 asimismo menores a los estándares de calidad ambiental para agua (DS N° 004-2017 MINAM).

Tabla 14. ANOVA del contenido de pH en el agua en diferentes períodos de tiempo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo (días)	14.517	4	3.629	199.775	**
Error experimental	0.273	15	0.018		
Total	14.790	19			

Tabla 15. Comparaciones de medias de pH en el agua en diferentes períodos de tiempo

Tiempo (días)	Media	DE	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Significancia
				Límite inferior	Límite superior	
30	6.58	0.17	0.09	6.30	6.85	a
60	3.93	0.10	0.05	3.77	4.08	c
90	5.38	0.10	0.05	5.22	5.53	b
120	5.50	0.16	0.08	5.24	5.76	b
150	5.65	0.13	0.06	5.44	5.86	b

Figura 9. Variaciones de pH en el agua de riego en diferentes períodos de días en el cultivo de arroz.

V. CONCLUSIONES

1. Los parámetros fisicoquímicos del agua de anegamiento del cultivo de arroz están dentro de las aguas blandas, propicio para el cultivo, el pH fluctúa entre 3.875 y 6.40, la CE 11.025 Us/cm y 1141.375 Us/cm, la dureza 4.413 ppm y 102. 725 ppm.
2. Los parámetros químicos del agua se enmarcan dentro de los parámetros de las aguas blandas, los niveles de la alcalinidad están entre 0.148 ppm y 3.825 ppm, los cloruros entre 4.100 y 29.590 ppm, oxígeno disuelto 0.163 mg/L y 8.000 mg/L, los tenores de nitratos 0.188 mg/L y 0.753 mg/L.
3. El agua de riego de del cultivo de arroz no supera los estándares de calidad de agua, por lo tanto, es apta para agua de riego.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- 1.** Realizar estudios de agua subsuperficiales para determinar el impacto que generan en el cultivo de arroz
- 2.** Maximizar este tipo de investigaciones abarcando ámbitos territoriales más extensos con la finalidad de obtener mejor información, además proponer estrategias productivas de mejora tanto en el cultivo de arroz.

VII. REFERENCIAS

- Andrea, F. (2014). Efecto de plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos de arroz del Bajo Piura. Tesis doctoral. Escuela Posgrado Universidad Nacional Agraria La Molina p.128.
- Barbiere P., echevarria H., Sainz H. (2009) Nitratos en el suelo a la siembra o al macollaje como diagnóstico de la nutrición nitrogenada en trigo en el Sudeste Bonaerense. Revista Ciencia del Suelo. Buenos Aires.
- Bastidas Briones, B. B. (2017). *Balance de nitrógeno en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en suelos de los cantones Babahoyo y Quevedo* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Bazán, R. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. INIA. MINAGRI. Lima, Perú. 92 p.
- Barrios, M., García J., Basso C., (2012) Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de nitrato y amonio en el suelo y la planta de maíz. Universidad Central de Venezuela. Revista BIAGRO. Venezuela.
- Boixadera, J., Cortés, A. (2000). “Nitratos, agua y agricultura, un problema moderno de utilización del suelo, CADAHÍA, C.: 3a. ed., Ediciones Mundi-Prensa, España p. 57.
- Bustos López, M. C. (2012). *Destino ambiental del glifosato en una zona arroceras del Tolima, Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Carreño, J., Acosta, Á., Munévar, F., & Cuéllar, M. C. (1999). Cuantificación de los nitritos del suelo en un cultivo de palma de aceite en los Llanos Orientales y su relación con la lluvia, la variabilidad espacial y la labranza con cincel. *Revista Palmas*, 20(4), 11-17.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). (2018). Cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). Programa de granos básicos. El Salvador. 31 p.
- Conti M., Rodríguez A., Peña S. (1985) Distribución y Dinámica de los nitratos Arguidoles series Arroyo Dulce y Delgado bajo cultivo de maíz. Revista Ciencia del Suelo. Vol III. Buenos Aires -Argentina

- Coronel, J.M. (2020). Evaluación de la calidad de agua y sedimento en un sistema de producción agro-acuícola (arroz-camarón). Tesis Med. Vet. Zoo. Universidad de Guayaquil. Quito, Ecuador. 77 p.
- Custodio, E., & Llamas, M. (2001). Hidrología Subterránea (Vol. I). Barcelona, España: Omega. Cap. 4.2, 5.2,10.
- Degiovanni, V., Martínez, C.P., Motta, F. (2010). Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Tomo I. Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT. Colombia. 487 p. DRA HUÁNUCO. 2021. Campañas agrícolas. [En línea]: (<http://agricultura.regionhuanuco.gob.pe/pagina/20>, 24 Feb. 2021).
- De Zsögön, S. J. (2005). La diversidad biológica amenazada: los arrozales. *Gaceta Ecológica*, (74), 69-75.
- Estrada, M. (2012). Calidad del agua y manejo de sus diferentes niveles para el óptimo rendimiento del cultivo del arroz, en el Valle de Sébaco, durante el periodo juho-diciembre, 2011. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 188 p.
- FAO (2002). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s05.htm>, Visitado el 07 de mayo de 2014.
- Franco Torres, G. P., & Parraga Bravo, C. E. (2012). *Evaluación del efecto de la mezcla de bioinsecticidas y biorreguladores para el control de insectos masticadores en el cultivo de arroz (Oriza sativa L.) durante la época lluviosa en la zona de Quevedo* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Franquet, J.M., Borrás, C. (2004). VARIETADES Y MEJORA DEL ARROZ (*Oryza saliva L.*). EUCET. Universitat Internacional de Catalunya. España. 462 p.
- Frías Quiñones, T. D. M., & Montilla Cabudiva, L. (2016). Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector Puerto de Productores río Itaya, Loreto-Perú 2014-2015.
- Gomero, O.L., Velásquez, A.H. (1999). Manejo Ecológico de Suelos Conceptos, Experiencias y Técnicas. Red de acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos-RAAA. Editorial Gráfica Sttefany S.R.Ltda. Lima, Perú. 228 p.

- Guerra J. (2020) Evaluación de la calidad de agua para el uso en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L*) Canton Daule, provincia de Guayas. Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad Agraria del Ecuador.
- Hernández, R., Fernández, C. Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta ed. México D.F., Me Graw-Hill. 600 p.
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. *Life zone ecology.*, (rev. ed.).
- INEI. (2017). Directorio nacional de Centros Poblados. Censos nacionales XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. [En línea]:([https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm), 24 Feb. 2021).
- Jaquenod, S. (2005). La diversidad biológica amenazada: los arrozales. Revista Gaceta Ecológica. México. 1(74): 69-75 pp.
- Martínez-Sovero, G., Iglesias-Osores, S., Villena-Velásquez, J., & Alva-Mendoza, M. (2021). Fenología de Sapotaceae en la cuenca del río Madre de Dios, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 9(1), 31-42.
- Mendoza A., Córdova A. (2023) Calidad de agua para el riego de cultivos de arroz en la cuenca baja del rio Portoviejo, provincia de Manabi, Ecuador . Revista Cubana de Ingenieria. Vol XIV. Cuba.
- MINAG. (2013). El arroz, principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria -DGCA. Lima. Perú. 36 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI (2014). Cultivos en la región Huánuco. Huánuco, Perú. Recuperado el 21 de diciembre de 2019
- Moquete, C. (2010). Guía técnica, el cultivo de arroz. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc - CEDAF. República Dominicana. 166 p.
- Ongley, E. D. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos.(Estudio FAO Riego y Drenaje-55). *GEMS/Water Collaborating Center Canada Center for Inland Waters*, 21-37.

- Pinazo, M.V. (2017). Comparación de tres sistemas de trasplante manual en arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle Jequetepeque. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). 87 p.
- Quilca A. (2018) Determinación del contenido de nitrato en suelo, planta, tubérculo en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) para evaluar la contaminación con nitratos. Tesis Ing. Ambiental y Ecodesarrollo. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ibarra – Ecuador.
- Quintero, C. E., Prats, F., Zamero, M. D. L. Á., Arévalo, E. S., Spinelli, N. B., & Boschetti, G. N. (2011). Absorción de nitrógeno y rendimiento de arroz con diferentes formas de nitrógeno aplicado previo al riego. *Ciencia del suelo*, 29(2), 233-239.
- Ramos, J.F. (2012). Evaluación de la influencia de la actividad arrocera sobre la calidad del agua que drena hacia el Refugio Nacional de Vida Silvestre Mata Redonda, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 94 p.
- Rincón L., Pérez A., Pellicer C., Sáez J., Abadía A. (2002) Influencia de la de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg. *Revista Agronómica, Producción, Protección Vegetal*. Murcia España.
- Rimski H., Alconada M., Lavado S., (2000) Lixiviación de nitratos a partir de fertilizantes y biosólidos en un suelo arcilloso. *Revista sanitaria Ambiental*. Argentina.
- Samboni, N.E., Carvajal, Y.E., Escobar, J.C. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua Ingeniería e Investigación. *Revista Ingeniería e Investigación*. Colombia. 27(3): 172-181 pp.
- Severiche, C.A., Castillo, M.E, Acevedo, R.L. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. Editorial Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. 90 p.
- Tinoco, R., Acuña, A. (2009). Manual de recomendaciones técnicas: cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria - INTA. Costa Rica. 78 p.
- Tirador, M. (2011). Caracterización del contenido de nitratos y la composición nutricional zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivada con diferentes dosis de fertilización NP.

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA
 Laboratorio de Conservación de Suelos



ANALISIS DE SUELOS - CARACTERIZACION

Procedencia: FUNDO CAMPO GRANDE

Solicitante: ROBALINO RENGIFO CARLOS

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

Muestra	Análisis mecánico			pH	M.O %	N % m.o. (0.045)	P ppm	K ₂ O Kg/ha	CATIONES CAMBIABLES me / 100 g suelo								
	Arena %	Limo %	Arcilla %						TEXTURA	Ca	Mg	K	Na	Al + H	% SB	% AC	CiCe
Inicio	25	43	32	5.38	1.40	0.06	12.6	100	-	5.12	0.93	-	-	0.47	91	9	6.66
Final	23	54	23	4.20	2.60	0.11	11.1	85	-	2.06	0.28	0.1	0.04	0.60	81	19	3.09





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA
Laboratorio de Conservación de Suelos



ANALISIS DE AGUA

Procedencia: FUNDO CAMPO GRANDE

Solicitante: ROBALINO RENGIFO CARLOS

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA 30 días	PARAMETRO							
	pH	Cloruros (ppm)	Conductividad eléctrica (uS/ cm)	Alcalinidad (ppm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Dureza (ppm)	
1	6.8	27.2	120.7	0.20	0.18	0.45	3.8	
2	6.6	27.4	120.5	0.18	0.16	0.37	5.8	
3	6.4	26.8	220.4	0.22	0.20	0.40	6.2	
4	6.5	35.4	118.5	0.25	0.18	0.41	4.1	





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA
Laboratorio de Conservación de Suelos



ANALISIS DE AGUA

Procedencia: FUNDO CAMPO VERDE

Solicitante: ROBALINO RENGIFO CARLOS

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA	PARAMETRO							
	pH	Cloruros (ppm)	Conductividad eléctrica (uS/ cm)	Alcalinidad (ppm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Dureza (ppm)	
60 días								
1	4.0	20.18	260	0.18	0.22	0.15	22.3	
2	3.8	20.50	200.2	0.20	1.0	0.15	27.6	
3	3.9	18.60	110	0.18	0.14	0.25	22.1	
4	4.0	17.80	200	0.22	0.18	0.20	21.6	



[Handwritten signature]
Ing. Msc. JONATAN CEBUSTOHO
Laboratorio de Conservación de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA
Laboratorio de Conservación de Suelos



ANÁLISIS DE AGUA

Procedencia: FUNDO CAMPO VERDE

Solicitante: CARLOS ROBALINO RENGIFO

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA	PARAMETRO							
	pH	Cloruros (ppm)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Alcalinidad (ppm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Dureza (ppm)	
90 días								
1	5.5	12.40	12.40	3.0	12.9	1.26	32.1	
2	5.3	14.20	12.20	4.0	13.5	0.45	36.2	
3	5.4	12.30	14.60	2.2	8.8	0.80	44.3	
4	5.3	11.40	13.40	3.8	7.5	0.50	36.7	



(Handwritten signature)

Ing. MSc. JOSE LEYVA CRISTÓFOMO
Jefe del Laboratorio de Conservación de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA
Laboratorio de Conservación de Suelos



ANÁLISIS DE AGUA

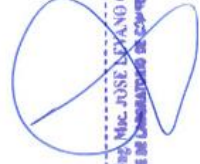
Procedencia: FUNDO CAMPO VERDE

Solicitante: ROBALINO RENGIFO CARLOS

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA	PARAMETRO						
	pH	Cloruros (ppm)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Alcalinidad (ppm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Dureza (ppm)
120 días							
1	5.3	13.5	12.18	4.0	11.4	0.28	20.4
2	5.7	14.7	14.4	3.0	8.4	0.27	18.6
3	5.5	13.4	13.4	4.2	9.7	0.35	30.1
4	5.5	11.3	11.3	4.4	10.4	0.28	30.2




Ing. Mac. JOSE LEYANO CRISTÓFOMO
LAB. DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA
 Laboratorio de Conservación de Suelos



ANALISIS DE AGUA

Procedencia: FUNDO CAMPO GRANDE

Solicitante: ROBALINO RENGIFO CARLOS

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA	PARAMETRO							
	pH	Cloruros (ppm)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Alcalinidad (ppm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Dureza (ppm)	
150 días								
1	5.7	7.4	13.5	8.0	10.2	0.35	101.4	
2	5.8	8.5	14.8	6.4	10.4	0.38	130.4	
3	5.6	9.1	12.8	8.4	8.9	0.40	110.6	
4	5.5	8.0	12.4	8.2	9.5	0.43	100.4	



(Signature)
 Ing. Msc. ROSE NEVADO CRUZOSTOMO
 Jefe del Laboratorio de Conservación de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA
Laboratorio de Conservación de Suelos



ANALISIS DE SUELOS - NITRATOS

Procedencia: CAMPO GRANDE

Solicitante: ROBALINO RENGIFO CARLOS

Fecha: OCTUBRE DEL 2022

Muestra	ANALISIS DE NITRATOS EN SUELO (ppm)				
	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
1	2.90	8.09	4.30	2.41	2.90
2	2.59	3.05	4.90	2.70	2.85
3	2.70	5.30	3.80	2.80	2.70
4	2.80	5.60	5.30	3.10	3.20




Ing. José Iván Cristóbal
LABORATORIO DE CONSERVACION DE SUELOS







