



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

APT_2023-FIAS-057

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“CALIDAD DE AGUA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL PARA EL RIEGO AGRÍCOLA EN EL ANEXO DE SOCOS – HUAC HUAS, AYACUCHO”

Presentado por:

CALLE ESCALANTE, DENIS HAROLD

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 0%** por el cual se otorga el calificativo de:

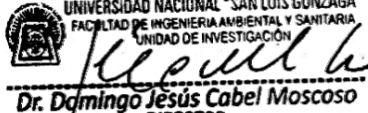
APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20173902**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

10 de Agosto del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



TESIS

**“CALIDAD DE AGUA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL PARA EL
RIEGO AGRÍCOLA EN EL ANEXO DE SOCOS – HUAC HUAS,
AYACUCHO”**

Línea de Investigación Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles.

Autor:

Bach. DENIS HAROLD CALLE ESCALANTE

Asesor:

Dr. DANTE FERMIN CALDERON HUAMANI

ICA - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Esta investigación se lo dedico en primer lugar a mis padres por ser mi fuente de inspiración y por darme el apoyo incondicional a lo largo de esta travesía.

También me agradezco por haber invertido gran parte de mi tiempo en el desarrollo de esta investigación que ha demandado mucho esfuerzo.

Y por último le dedico esta investigación a todas las personas que de alguna u otra manera me aconsejaron, enseñaron y guiaron en todo este proceso.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional en todo este trayecto, ya que han sido la fuerza impulsora en cada paso que he dado en este viaje universitario.

También quiero agradecer a mi pareja por haberme orientado y guiado por el camino de la investigación.

También agradezco a mi asesor Dante Fermín Calderón Huamaní por haberme brindado sus conocimientos y explicado con más detalle para una mejor comprensión del tema, dándome ejemplos precisos asociados a la realidad y a mi investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice General	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	12
1.1.1. Formulación del problema	13
1.2. ANTECEDENTES	13
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	13
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	15
1.2.3. Antecedentes a nivel local	16
1.2.4. Justificación e importancia de la investigación	16
1.2.5. Marco Teórico	18
1.2.6. Marco Conceptual	24
1.2.7. Marco Legal	25
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	26
2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	26
2.2.1. Población	26
2.2.2. Tamaño de la muestra	26
2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	26
2.3.1. Variable independiente	26
2.3.2. Variable Dependiente	27
2.3.3. Operacionalización de variables	27
2.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.4.1. Objetivo general	27
2.4.2. Objetivos específicos	27
	iv

2.5. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	29
2.5.1. Hipótesis principal	29
2.5.2. Hipótesis específicas	29
2.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	29
2.6.1. Técnicas	29
2.6.2. Instrumentos	29
2.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	29
2.7.1. Procesamiento	27
III. RESULTADOS	29
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	29
3.2. ANÁLISIS DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE LAS PRECIPITACIONES	32
3.2.1. Análisis de indicadores físicos del agua	32
3.2.2. Análisis de indicadores químicos del agua	33
3.2.3. Análisis de la calidad del agua	34
3.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	40
3.3.1. Hipótesis principal	40
IV. DISCUSIÓN	41
4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: ECA para agua Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales)	20
Tabla 2: Operacionalización de variables	27
Tabla 3: Análisis de Indicadores físicos del agua de las precipitaciones pluviales	31
Tabla 4: Análisis de Indicadores químicos del agua de las precipitaciones pluviales	32
Tabla 5: Análisis de la calidad del agua de las precipitaciones pluviales	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ubicación del distrito	30
Figura 2: Resultados de cloruros	33
Figura 3: Resultados de nitrito	34
Figura 4: Resultados de nitrato	35
Figura 5: Resultados de oxígeno disuelto	36
Figura 6: resultados de solidos disueltos totales	37
Figura 7: Resultados de pH	38

RESUMEN

La investigación tuvo como **objetivo:** “Evaluar la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023”. **Metodología:** Fue un estudio básico de nivel descriptivo y corte transversal a partir de las evidencias observadas del agua proveniente de la lluvia. El instrumento fue una ficha de registro cuyos datos fueron presentados en tablas de frecuencia mediante medidas de tendencia central. **Resultados:** Los parámetros físicos mostraron que la turbiedad del agua de lluvia no afecta negativamente en la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales, además la temperatura y la conductividad eléctrica se encuentran dentro de los valores permitidos por ECA. En relación a los indicadores químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, los resultados del Cloruro es 36,31 ppm Cl, además, el promedio de Nitrito es 0.07 ppm $\text{NO}_3 - \text{N}$, en cuanto al Nitrato el promedio obtenido fue 0.03 ppm $\text{NO}_3 - \text{NO}_3$, en cuanto al oxígeno disuelto el promedio fue 6,45ppm OD, en relación a los Sólidos disueltos totales el promedio es 39,52, siendo 32,63. Es decir todos los componentes están dentro de los puntos de muestreo permitidos. **Conclusión:** La calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, lográndose establecer que el promedio del pH es igual a 7,57. Este resultado se encuentra del límite permitido que varía desde 6,8pH hasta 8,4pH propuesto por el ECA para el riego agrícola. Además, se ha comprobado que si se cumple con los estándares de calidad del agua y se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023

Palabras clave: Calidad de agua, precipitación, riego agrícola.

ABSTRACT

The **research aimed to:** "Evaluate the quality of water from rainfall for agricultural irrigation in the Socos – Huac Huas nexus, Ayacucho 2023". **Methodology:** It was a basic descriptive and cross-sectional study based on the observed evidence of rainwater. The instrument was a record sheet whose data were presented in frequency tables using measures of central tendency. **Results:** The physical parameters showed that the turbidity of rainwater does not negatively affect the quality of water from rainfall, and that temperature and electrical conductivity are within the values allowed by ECA. In relation to the chemical indicators of water from rainfall for agricultural irrigation in the Socos – Huac Huas nexus, Ayacucho 2023, the results of Chloride is 36.31 ppmCl, in addition, the average of Nitrite is 0.07 ppm $\text{NO}_3 - \text{N}$, as for Nitrate the average obtained was 0.03 ppm $\text{NO}_3 - \text{NO}_3$, as for dissolved oxygen the average was 6.45ppmOD, In relation to total dissolved solids, the average is 39.52, being 32.63. That is, all components are within the allowed sampling points. **Conclusion:** The quality of water from rainfall for agricultural irrigation in the Socos – Huac Huas nexus, Ayacucho 2023, establishing that the average pH is equal to 7.57. This result is based on the permissible limit ranging from 6.8pH to 8.4pH, proposed by the ECA for agricultural irrigation. In addition, it has been verified that if water quality standards are met and within the permissible parameters from rainfall for agricultural irrigation in the Socos – Huac Huas nexus, Ayacucho 2023

Key words: Water quality, precipitation, agricultural irrigation.

INTRODUCCIÓN

“El agua es un elemento esencial para la vida, sin ella el hombre no podría existir, las fuentes de agua han sido contaminados gradualmente y fueron las causantes de muchas epidemias que diezmaron ciudades enteras en la antigüedad”[1] Por lo que, “garantizar la disponibilidad de agua representa un objetivo fundamental para todos los países a nivel mundial, ya que el agua es un recurso imprescindible para el desarrollo de la vida (Ortiz & Sánchez, 2018)”[2].

“Los volúmenes disponibles de agua dulce para uso agrícola y urbano-industrial a nivel mundial han disminuido considerablemente debido al uso excesivo de aguas superficiales y subterráneas destinadas al riego agrícola para la producción de alimentos de una población en constante crecimiento (Villacrés, 2011)”[2]. “La escasez de agua está vinculada a la seguridad alimentaria, por lo que el sistema de riego desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria y el ingreso sostenible, específicamente en los países en desarrollo (Irfan *et al.*, 2014)[2].

Las precipitaciones pluviales son un recurso natural que no ha sido aprovechado de la mejor manera y que se nos presenta de manera gratuita, es una de las opciones más reales para solucionar los problemas de escases de agua y proporcionar las misma a aquellos que no cuentan con este recurso o escasea en sus poblaciones[3].

Uno de los sistemas alternativos que en la actualidad ha ganado espacio es la recolección de aguas lluvias que, no obstante, es un sistema antiguo de obtención de este recurso que consiste en la captación del agua lluvia dependientemente de las condiciones climáticas de la región ya que las precipitaciones son su fuente de obtención con un almacenamiento que posteriormente será distribuida a las diferentes necesidades básicas tanto potables como no potables[3].

La precipitación pluvial genera el mayor aporte de agua para la producción agrícola en gran parte del mundo. No obstante, debido a la variabilidad climática cada vez es más difícil calcular el aprovechamiento de las precipitaciones, por tanto, en muchos estudios no es tomada en cuenta ya sea porque es casi nula y no representa un aporte de gran valor para el cultivo.[4] Pero, “debemos tener en cuenta que la calidad de un agua vendrá fundamentalmente determinada por las sales que en ella se encuentra y dependerá de la naturaleza de estas, así como de sus concentraciones para el desarrollo de la planta sea más o menos adecuada.[5]

El estudio está organizado en varios capítulos:

Capítulo I: Abarca el planteamiento del problema, lo que ha permitido definir el problema de investigación. Además, incluye un análisis de los antecedentes a nivel internacional, nacional y local, junto con la justificación e importancia del estudio, y una revisión del marco teórico, conceptual y legal.

Capítulo II: Se describe la metodología empleada, que es de tipo básico, nivel descriptivo y un diseño no experimental y se detallan las técnicas e instrumentos para recolectar datos.

Capítulo III: Se centra en la descripción y diagnóstico de la calidad de agua para riego agrícola.

Capítulo IV: Se analizan los resultados de laboratorio y se discuten en comparación con el marco teórico y los antecedentes revisados.

Capítulo V presenta las conclusiones.

Capítulo VI, se detallan recomendaciones para futuras acciones o investigaciones.

Capítulo VII: se detallan las referencias bibliográficas.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La cantidad de agua para riego depende de las necesidades hídricas de los cultivos y del agua que está disponible para los mismos de forma natural (Carrera-Villacrés *et al.*, 2018). Sin embargo, en las aguas naturales, de las cuales se toma para riego, pueden presentarse contaminantes de naturaleza inorgánica, especialmente fertilizantes y metales pesados, los cuales tienen importancia por su toxicidad para los organismos vivos; además, el agua superficial a medida que circula por la corteza terrestre arrastra y disuelve minerales, gases, compuestos orgánicos, microorganismos, entre otros (Millán, 2016)[2].

C. Walsh et al. (2012) señalaron que a pesar que la mayoría de espacio mundial es agua y persiste el desabastecimiento de las mismas generando problemas en los agricultores porque no tienen la cantidad necesaria para sus riegos agrícolas. Sin embargo, en tiempos antiguos era más frecuente la recolección de las aguas de la lluvia como parte de una cultura milenaria y que se ha ido perdiendo con el paso de los años. Por lo tanto, en países europeos las casas se han edificado con sistemas de captación de agua de lluvia que le permite ahorrar de 15 a 50% de agua. Hoy en día existe una atención creciente en el aprovechamiento del agua lluvia como fuente potencial de agua en las ciudades. En especial, en países en desarrollo, el aprovechamiento de aguas lluvias se ha convertido, en los últimos años, en una alternativa interesante, debida, principalmente, al bajo costo de operación asociado.

M. Espinoza (2018) considera que en el Perú al año 2025 se generará un estrés hídrico entonces se debe llevar a cabo la implementación de un sistema para cosechar el agua proveniente de los pluviales en beneficio desde la perspectiva agraria donde existen diversas propuestas para mejorar la utilización sustentable del recurso que provoca la vida (Espinoza, 2018). Este propósito es elemental para la mejora del riego agrícola y traerá consigo la mejora del producto, considerando que el departamento de Ayacucho es uno de los más privilegiados para la cosecha de palta, convirtiéndose este producto en el oro verde del Perú. Situación que amerita prevención frente a escenarios futuros donde la escasez del agua se hace inminente y se debe tomar las prevenciones debidas para su manejo responsable.

El distrito de Socos ubicado en la quebrada cerca de Rio grande en Ica pero que pertenece al departamento de Ayacucho atraviesa el problema de escasez de agua para sus sembríos teniendo en cuenta que es una de las zonas con casi el 100% de sembríos de palta para exportación, entonces existe la necesidad de buscar la solución de este problema toda vez que su única fuente de agua es del rio Huichucho. Lamentablemente con el crecimiento poblacional, los ríos son vulnerables a contaminación de su agua que afectan a los

pobladores de las zonas rurales quienes son los que más utilizan sus aguas de los ríos para cocinar, lavar, regar sus sembríos etc.

1.1.1. Formulación del problema

1.1.1.1. Problema General

¿Cuál es la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023?

1.1.1.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuáles son los parámetros físicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023?

PE2: ¿Cuáles son los parámetros químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023?

PE3: ¿La calidad del agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023?

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Antecedentes internacionales

Amubaldi Pacheco, indica como: objetivo de determinar la situación actual del caudal de agua en la micro Cuenca Hidrográfica de la Quebrada Los Monos, perteneciente a la Parroquia Torata del Cantón Santa Rosa y acciones que se deben tomar para mantenerla, se realizó un trabajo de investigación aplicada que incluyó la evaluación de la calidad del agua y la caracterización de los usuarios. Los resultados de las encuestas aplicadas muestran un desplazamiento de la biodiversidad, debido a las diferentes actividades que se han desarrollado dentro del área de la Cuenca hidrográfica de la quebrada Los Monos, provocando afectación y modificación del ambiente natural de esta zona; se pudo identificar que existen

impactos altamente significativos los cuales afectan principalmente a los factores físicos y bióticos dentro del área de la Cuenca. La calidad del agua superficial de la cuenca se encuentra deteriorada principalmente por las actividades que se desarrollan alrededor de la zona las cuales se deben principalmente a las descargas incontroladas lo que ha llevado a la alteración del medio natural de la zona; que los mayores impactos significativos en la cuenca de la Quebrada, se localizan en los aspectos físicos y bióticos, estos impactos contribuyen en su gran mayoría a la afectación del recurso paisajístico del área.[6]

Quintero et al, indican que: el agua utilizada para riego con fines agrícolas tiene efectos importantes sobre la producción de cultivos, así como también sobre el deterioro químico del suelo. En este estudio se evalúa la cantidad y calidad de agua disponible para el riego de un cultivo sustentable de quinua en la quebrada Togllahuayco, parroquia Guangopolo, Ecuador. Esta quebrada dispone de un volumen de 23,347,95 m³ anuales de agua y solo requiere de 6,747,5 m³ anuales para el cultivo de quinua. Se tomaron muestras de agua y se midió la concentración de sodio, potasio, calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros y la conductividad eléctrica. Se calculó el índice de relación de adsorción de sodio (RAS). Se aplicó el método de Pearson entre las variables RAS y la conductividad eléctrica encontrándose una correlación. El RAS fue de 3,94 meq/L y la conductividad eléctrica (CE) de 324 uS/cm. El agua se encuentra en la clasificación C2S1 después de la aplicación del método de Richards; presenta un valor bajo de peligrosidad salina y un valor medio de peligrosidad sódica, considerándose apta para el riego.[2]

Bravo Sandino, El objetivo de esta investigación es determinar la precipitación aprovechable, el coeficiente de aprovechamiento y el déficit hídrico del cultivo del aguacate en la unidad de experimentación y validación el Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria. Para determinar las variables de precipitación efectiva, coeficiente de aprovechamiento de la lluvia y el déficit hídrico se utilizaron los métodos: Savo USDA y UCCSC se utilizó una base de datos de 30 años de la estación (1990 – 2019) Augusto Cesar Sandino y los resultados obtenidos sobre la precipitación total de 1,087.81 mm y en tanto la precipitación aprovechable mediante el método de Savo fue de 592.23 mm, de la USDA fue de 520.49 mm y de la UCCSC fue de 585.60 mm generando un déficit hídrico en el método de Savo de 65.67%, el de la USDA 70.08%, y de la UCCSC fue de 66.12%. El coeficiente de

aprovechamiento de las precipitaciones con los métodos aplicados en promedio fue de Savo 64.93%, USDA fue de 34.27% y de la UCCSC fue de 58.3% [4]

Espinosa Vaca, se inició el estudio con una encuesta detallada y específica para los moradores de la zona, escogiendo primordialmente las viviendas unifamiliares tipo MIDUVI y cuyos resultados fueron útiles para la alternativa de aprovechamiento de agua lluvia. El sistema se diseñó con varias etapas: La captación que consta de una cubierta que recolecta el agua lluvia, la conducción que es la que dirige mediante canales de agua lluvia y bajantes toda el agua recolectada hacia el filtro, El sistema de filtración con un tanque lleno de (piedra partida gruesa, piedra partida fina, Zeolita y Carbón activado), los cuales fueron utilizados como materiales filtrantes y ayudaron a la purificación del agua lluvia, El tratamiento mediante cloro que desinfectó el agua lluvia para poder utilizarla en el consumo humano y finalmente que esta agua purificada sea distribuida mediante una bomba que se conecta con el sistema principal de abastecimiento de la vivienda. Todo se diseñó siguiendo las normas y guías de aprovechamiento del agua lluvia (OPS y la OMS). [3]

1.2.2. Antecedentes nacionales

Cacsire Ponce, Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron determinados por la metodología ICA-PE, esta es aprobada por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural 068- 2018-ANA, determinando que sólo los parámetros de potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto, manganeso y plomo para la temporada húmeda del año 2018 y los parámetros de potencial de hidrogeno (pH), manganeso, plomo para la temporada húmeda del año 2019 superan los estándares de calidad ambiental para agua, esto debido a fenómenos meteorológicos de precipitaciones característicos de la zona y de la temporada, como también la presencia de plomo en la estación L-2 es debido a material particulado en suspensión. El resultado de los índices de calidad ambiental para la laguna Tinquicocha en la mayoría de las estaciones fue de excelente, a excepción del punto L-2 de la temporada húmeda del 2018 que obtuvo el valor de “bueno” y la estación E-4A de la temporada húmeda del año 2019 que también obtuvo la calificación de “bueno”, significaría que el transporte y/o dispersión de contaminantes es casi nulo por el estado “excelente” de los demás puntos.[1]

Atoc Ospinal, realizo un estudio que como objetivo determinar la calidad de agua para uso agrícola en la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo región la

Libertad con puntos de muestreo en los caseríos de Menocucho, Santa Rosa y Cerro Blanco respectivamente, en los cuales mediante el uso del multiparámetro HANNA HI 98194 se determinó un pH en el punto P-1 de 7,52pH, en el punto P-2 8,35pH y en el punto P-3 7,75pH; oxígeno disuelto en los referidos puntos con 7,58ppm, 5,85ppm y 6,42ppm respectivamente, que se encuentran dentro de los estándares de calidad del agua para riego, turbiedad entre 0,19UNT a 0,20UNT, conductividad entre 575S / cm a 953S / cm, sólidos totales entre 398ppm y 421ppm, sulfatos entre 11ppm y 12ppm, cloruros entre 37ppm y 38ppm, no hay presencia de cianuro ni de grasas y aceites, DBO entre 4,58ppm y 4,65ppm, DQO entre no tiene presencia, Nitrato entre 0,12ppm y 0,29ppm, Nitritos entre 0,7ppm y 0,78ppm, carbonatos prácticamente no tiene presencia, bicarbonatos entre 137ppm y 167ppm. Llegándose a una conclusión que las aguas de la cuenca baja del río Moche están dentro de los estándares de calidad del agua y están aptas para el riego de cultivos de pan llevar[5]

Canales Torres. aplicó el modelo conceptual semi-agregado PRECAUD v1.0 en la cuenca productora del río Ica (CPRI) a paso de tiempo mensual. PRECAUD v1.0 asume que la cuenca está conformada por varias subcuencas o áreas de contribución (AC), y son en cada una de ellas que se realiza la simulación hidrológica de acuerdo a la topología de la red de drenaje. Los procesos hidrológicos que considera PRECAUD v1.0 son intercepción, infiltración, evaporación, percolación, flujo superficial, flujo base y subterráneo. Se concluye que el modelo PRECAUD v1.0 reproduce satisfactoriamente el proceso precipitación-escorrentía en la CPRI, y es una opción para emplear.[7]

1.2.3. Antecedentes locales

Se ha revisado la bibliografía y no se han encontrados trabajos de investigación relacionados al trabajo de investigación.

1.2.4. Justificación e importancia de la investigación

1.2.4.1. Justificación

El estudio de la calidad del agua de precipitación fluvial para el riego agrícola, se justifica por varios motivos:

1. Sostenibilidad agrícola: El agua de lluvia es una fuente natural y renovable de agua que, si se gestiona adecuadamente, puede reducir la

dependencia de fuentes de agua subterráneas o superficiales, lo que promueve la sostenibilidad en las prácticas agrícolas.

2. **Calidad del agua:** Es necesario evaluar la calidad del agua de lluvia para garantizar que no contenga contaminantes que puedan afectar el crecimiento de los cultivos o la salud del suelo. La lluvia puede arrastrar contaminantes atmosféricos como ácidos, metales pesados o partículas, que podrían afectar negativamente los cultivos.
3. **Adaptación al cambio climático:** Con los cambios en los patrones de precipitación debido al cambio climático, es fundamental entender cómo las lluvias podrían ser utilizadas de manera efectiva en la agricultura. Estudiar la calidad de esta agua permite diseñar estrategias de riego más adaptativas.
4. **Eficiencia hídrica:** En zonas donde el acceso al agua es limitado, aprovechar la lluvia para el riego puede mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos. Un análisis de la calidad de este recurso asegura que sea viable para los cultivos y que no genere problemas a largo plazo.
5. **Economía y conservación:** El uso de agua de lluvia puede reducir los costos de riego y fomentar prácticas de conservación de recursos naturales. Evaluar su calidad permite identificar si es necesario algún tipo de tratamiento previo antes de utilizarla para riego.

En resumen, el análisis de la calidad del agua de lluvia para el riego agrícola es clave para garantizar la sostenibilidad, seguridad y eficiencia de los sistemas agrícolas, especialmente en el contexto de un mundo con recursos hídricos limitados y cambios climáticos.

1.2.4.2. Importancia

El estudio de la calidad del agua de precipitación fluvial para el riego agrícola, es importante por varias razones clave:

1. **Salud del suelo y de los cultivos:** La calidad del agua de lluvia puede influir directamente en el crecimiento de los cultivos y en la fertilidad del suelo. Si el agua contiene contaminantes atmosféricos, como

ácidos, metales pesados o productos químicos industriales, puede afectar negativamente tanto al suelo como a las plantas.

2. Aprovechamiento eficiente del recurso: En muchas regiones, la lluvia es una fuente importante de agua para el riego, especialmente en áreas donde el acceso al agua subterránea o superficial es limitado. Conocer su calidad permite utilizar este recurso de manera segura y eficiente sin afectar la productividad agrícola.
3. Protección del medio ambiente: La utilización de agua de lluvia para riego ayuda a reducir la demanda de fuentes de agua más escasas o vulnerables, como ríos y acuíferos. Al evaluar su calidad, se asegura que este recurso no esté contribuyendo a la degradación de ecosistemas o a la acumulación de contaminantes en el entorno.
4. Cambio climático y variabilidad climática: A medida que el cambio climático altera los patrones de precipitación, es crucial entender no solo la cantidad, sino también la calidad del agua disponible. Esto permitirá a los agricultores adaptarse a nuevas condiciones climáticas de manera más resiliente.
5. Reducción de costos y sostenibilidad: Usar agua de lluvia para riego puede reducir los costos asociados con otras fuentes de agua, como el bombeo de agua subterránea o la compra de agua de riego. Garantizar su calidad evita la necesidad de tratamientos costosos y asegura que su uso sea seguro para la agricultura.

En resumen, el estudio de la calidad del agua de precipitación fluvial es crucial para promover una agricultura sostenible y eficiente, asegurar la salud del suelo y de los cultivos, y mitigar los impactos del cambio climático en la disponibilidad y calidad del agua para riego.

1.2.5. Marco teórico

Considerando que el agua es un recurso muy importante para la vida de los seres vivos, entonces fue necesario para la sobrevivencia de las especies. Sin embargo, estas funciones se llevan a cabo correctamente si se realiza una constante evaluación sobre los parámetros que debe cumplir este líquido elemento.

1.2.5.1. Concepto de agua

Es una sustancia abiótica, la más importante de la tierra y uno de los más principales constituyentes del medio en que vivimos y de la materia viva. El agua cubre aproximadamente el 75% de la superficie terrestre, la misma que se halla distribuida como: aguas oceánicas (97%), aguas superficiales (2,5%), aguas subterráneas (0,45%) y aguas en estado gaseoso (0,001%) ver figura 1, estas aguas por medio del ciclo hidrológico están sujetas a cambios del tipo cíclico.

Propiedades físicas:

- [1] “Es un cuerpo líquido, incoloro, inodoro e insípido.
- En grandes cantidades toma una coloración azul-verdosa.
- Su densidad es igual a 1 g/cm³ cuando se determina a 40°C y al nivel del mar.
- Hierve a la temperatura de 100°C al nivel del mar.
- Su punto de solidificación es de 0°C (forma el hielo).
- Tiene gran poder disolvente por lo que se le llama "disolvente universal"

Propiedades químicas:

- [1] “Se combina con metales y no metales dando óxidos.
- Se combina con óxidos metálicos resultando bases.
- Se combina con óxidos no metálicos dando ácidos oxácidos.
- Se descompone por electrólisis de hidrógeno y oxígeno.
- Para descomponerse por otro procedimiento necesita temperaturas superiores a 27 ° C”.

1.2.5.2. Precipitación

Según Chow (1994) la precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y la nieve. La formación de precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense. A medida que el aire sube y se enfría, el agua se condensa de un estado de vapor a un estado líquido. Si la temperatura se encuentra por debajo del punto de congelamiento, se

forman cristales de hielo. La condensación requiere de una semilla llamada núcleo de condensación alrededor del cual las moléculas de agua se pueden unir o nuclear.[7]

1.2.5.3. Precipitación aprovechable

La precipitación aprovechable es aquella cantidad de la lluvia que logra llegar a la capa de suelo donde se encuentra el sistema radicular del cultivo y este la utiliza para satisfacer sus requerimientos hídricos; la determinación exacta tiene mucha importancia, pues la precipitación es el elemento que mayor aporta a los requerimientos hídricos y se genera en fuentes naturales, en la ecuación de balance hídrico se establece el cálculo pluviométrico para determinar las necesidades de agua para riego.[4]

Las precipitaciones y en específico la precipitación aprovechable, aportan los requerimientos hídricos que el cultivo necesita para satisfacer sus necesidades. El suelo es fundamental puesto que actúa como reservorio almacenando el agua de la precipitación y donde el cultivo la absorbe, por eso es importante estudiar el nivel de retención de agua en el suelo.[4]

1.2.5.4. Análisis de la química del agua

En aguas para uso agrícola la calidad es definida por la concentración de iones específicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} y K^{+} como cationes; CO_3^{2-} , Cl^{-} y SO_4^{2-} como aniones, y otros de menor proporción, como el B^{3+} , I^{-} y NO_3^{-} (Amaya Arévalo, 2015; Rey *et al.*, 2007), la conductividad eléctrica (CE) también es útil para determinar la concentración total de sales solubles. La CE y el Na^{+} son dos parámetros fundamentales que definen la aptitud del agua para riego. El alto contenido de sales en el agua de irrigación genera un aumento de la presión osmótica en la solución del suelo, disminuyendo la adsorción de agua por parte de las plantas. Las sales, además de afectar directamente el crecimiento de las plantas, afectan la constitución del suelo, su permeabilidad y estructura, afectando indirectamente el crecimiento de la planta (Gómez, 2009).[2]

1.2.5.5. Calidad de agua para riego agrícola

La calidad del agua de riego agrícola es un aspecto fundamental que afecta la productividad de los cultivos. Se define por su composición mineral, la presencia de sustancias sólidas y orgánicas, y otros parámetros como la

salinidad, el pH y la dureza. La idoneidad del agua para el riego agrícola se determina no solo por la cantidad total de sales presentes, sino también por el tipo de sales. La salinidad del agua, la concentración de sales solubles y la relación entre sodio, calcio y magnesio son algunos de los criterios utilizados para evaluar la calidad del agua de riego agrícola.

FEBRAPDP (2020) señalan que “la calidad del agua de lluvia para riego agrícola también es un tema de interés. Aunque el agua de lluvia se considera más pura y limpia, su idoneidad para el riego agrícola depende de varios factores, como la presencia de sales y otros parámetros. En general, en una medida moderada, el agua de lluvia puede ser beneficiosa para las plantas, ya que aporta propiedades que promueven la absorción de nutrientes y el crecimiento saludable”.

La calidad del agua de lluvia proveniente de las precipitaciones puede valorarse en relación a su importancia para el cultivo específico y las características del suelo. “Siendo la salinidad, las sustancias sólidas y las sustancias orgánicas cualidades muy importantes que se deben considerar para evaluar la calidad del líquido de las lluvias a fin de reutilizarlo en las tierras agrícolas” (ONU, 2013)

1.2.5.6. Afectación de la calidad de agua para riego agrícola

T.F. Shaxson (2021) La calidad del agua de lluvia puede afectar al riego agrícola de diversas maneras. A continuación, se presentan algunos de los efectos y consideraciones relacionadas con la calidad del agua de lluvia en el riego agrícola:

- **Salinidad:** La acumulación de sales en los terrenos debido al agua de lluvia puede afectar la productividad de los cultivos. La salinidad del agua de riego agrícola es un parámetro importante que influye en la calidad de los cultivos y en el terreno. La falta de un drenaje adecuado en los sistemas de riego puede llevar a la acumulación de sales, lo que puede disminuir la productividad de los cultivos.
- **pH:** El pH del agua de riego agrícola es un parámetro que influye en la calidad de los cultivos y en el terreno.
- Un pH inadecuado puede afectar el crecimiento y la absorción de nutrientes por las plantas, lo que a su vez puede afectar la productividad de los cultivos.

Tabla 1

ECA para agua Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales)

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Agua para riego no restringido (c)		Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0,5
Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ₃ --N) + Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$
INORGANICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo Total	mg/L	0,1	1

Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2,5	2,5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	0,01	
Níquel	mg/L	0,2	1	
Plomo	mg/L	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,02	0,05	
Zinc	mg/L	2	24	
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales		
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045	
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35	35	
Organoclorados				
Aldrín	µg/L	0,004	0,7	
Clordano	µg/L	0,006	7	
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30	
Dieldrín	µg/L	0,5	0,5	
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01	
Endrin	µg/L	0,004	0,2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03	
Lindano	µg/L	4	4	
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1	11	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

- **Dureza:** La dureza del agua de riego agrícola puede afectar la solubilidad de los nutrientes en el suelo y la capacidad de los cultivos para absorber estos nutrientes.
- **Alcalinidad:** La alcalinidad del agua de riego agrícola puede influir en la disponibilidad de ciertos nutrientes, como el fósforo, en el suelo.
- **Relación entre sodio, calcio y magnesio:** La relación entre sodio, calcio y magnesio en el agua de riego agrícola es un criterio importante para evaluar su calidad.
- **Erosión del suelo y pérdida de nutrientes:** La calidad del agua de lluvia puede contribuir a la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes, lo que a su vez puede afectar la productividad de los cultivos.
- W. Sorrenso (2019). En resumen, la calidad del agua de lluvia puede afectar el riego agrícola de diversas maneras, incluyendo la salinidad, el pH, la dureza, la alcalinidad y la relación entre sodio, calcio y magnesio. Es importante analizar y mejorar la calidad del agua de lluvia para optimizar la producción agrícola.

1.2.5.7. Estándares de calidad

D. Brignoli (2022) Para lograr los estándares de calidad del agua para riego agrícola “se considera diversas formas de mejorar la calidad del agua de lluvia en una ciudad. Una de ellas es la implementación de infraestructura verde, que combina la vegetación con la infraestructura gris para gestionar la cantidad y calidad del agua de lluvia”.

Otra forma es la construcción de jardines de lluvia, que consisten en áreas rebajadas que se utilizan como herramientas para mejorar la calidad del agua y reducir el volumen de agua que entra en los arroyos y riachuelos. Además, se pueden implementar sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia, y llevar a cabo un tratamiento adecuado según el uso previsto. También es importante reducir la contaminación del aire y mejorar la calidad del aire en la ciudad, ya que esto puede afectar la calidad del agua de lluvia.

1.2.6. Marco Conceptual

“Aguas de drenaje pluvial:

Son las aguas originadas por las precipitaciones o lluvia”[5].

“Eficacia del agua para riego:

Se refiere a las características específicas del agua, sus componentes físicos, químicos y biológicos teniendo en cuenta las necesidades hídricas del cultivo, para determinar si satisface o no las necesidades de este, es decir si el agua es apta para riego.[4]

“Riego:

Es el proceso y el resultado de regar, se refiere a verter un líquido, por lo general agua, sobre una determinada superficie con la intención de aportarle un beneficio o limpiarla.[8]

“Salinidad:

Parámetro que se mide mediante la conductividad eléctrica (CE) y que se reporta como dS/m. También se puede reportar como sólidos disueltos totales (TDS) y se reporta en mg/L.[5]

“Sistema de riego:

Se denomina sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas.[8]

1.2.7. Marco legal

- [1] “Constitución política del Perú, Art. 67. El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales”.
- [1] “Ley N^a 28611, Ley General del Ambiente • Ley N^o 29338, Ley de Recursos Hídricos. • Decreto Supremo N^o 004-2017-MINAM, Aprueban estándares de calidad ambiental para agua”.
- [1] “Decreto Supremo N^o 001-2010-AG, Reglamento de la ley de Recursos Hídricos, modificado por el Decreto Supremo N^o006-2017-AG”
- [1]“Resolución Jefatural N^o 068-2018-ANA, Metodología para la determinación de Índices de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continental superficial”.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Tipo**

El estudio es de tipo básico porque buscó el conocimiento científico para dar soporte al estudio

- **Nivel**

Se utilizó el método descriptivo para determinar los estándares de calidad de agua.

- **Diseño**

Es un estudio con diseño no experimental y transversal, porque el investigador determinará la calidad del agua proveniente de la lluvia.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población

La población no está sujeta a un grupo poblacional, sino que será a partir de la cantidad de agua obtenida de la lluvia.

2.2.2. Tamaño de muestra

Fue obtenida a partir de los 8 meses que comprendió el periodo de observación del agua obtenida de la lluvia, bajo el muestreo no probabilístico por conveniencia. Se tomaron ocho muestras acordes a los meses que comprendió el estudio desde mayo a diciembre 2023.

2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.3.1. Variable independiente

VI = Calidad del agua

Dimensiones:

- Parámetros físicos
- Parámetros químicos

- Estándares de calidad

2.3.2. Variable dependiente

VD = Riego agrícola

Dimensiones:

- Tipo de cultivo
- Forma de riego
- Área de riego

2.3.3. Operacionalización de variables

Se detalla en la Tabla adjunta.

2.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

2.4.2. Objetivos específicos

OE1: Estimar los parámetros físicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

OE2: Estimar los parámetros químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

OE3: Identificar si la calidad del agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
VI: Calidad del agua	La calidad del agua de riego agrícola es un aspecto fundamental que afecta la productividad de los cultivos. Se define por su composición mineral, la presencia de sustancias sólidas y orgánicas, y otros parámetros como la salinidad, el pH y la dureza.	D_{I,1}: Parámetros físicos D_{I,2}: Parámetros químicos D_{I,3}: Parámetros biológicos	I_{I,1,1}: Protocolo de laboratorio I_{I,1,2}: Estándar de calidad I_{I,1,3}: Límites permisibles
Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
VD: Riego agrícola	[9] “Riego: Es el proceso y el resultado de regar, se refiere a verter un líquido, por lo general agua, sobre una determinada superficie con la intención de aportarle un beneficio o limpiarla.[8]	D_{D,1}: Tipo de cultivo D_{D,2}: Método de riego D_{D,3}: Área de riego	I_{D,1,1}: Cultivo de panllevar I_{D,1,2}: Forma de riego: anual, semestral I_{D,1,3}: Número de hectáreas

2.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.5.1. Hipótesis principal

Existe una buena calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

2.5.2. Hipótesis específicas

HE1: La evaluación de los parámetros físicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales influye significativamente en el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

HE2: La estimación de los parámetros químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales influye significativamente en el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

HE3: La identificación de la calidad del agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

2.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.6.1. Instrumento de recolección de datos

Se recogió la información a partir de la observación directa in situ asimismo apoyados de la información del municipio del lugar y algunas opiniones de los pobladores del lugar.

Análisis documental:

Se revisó la teoría en relación a las variables, las dimensiones y los indicadores utilizando fichas de investigación.

2.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Se aplicó el software como el “Microsoft Excel, Word y el software estadístico SPSS” que permitieron organizar, transformar y presentar la información recolectada.

III. RESULTADOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación fue desarrollada en el Anexo de Socos, distrito de Huac-Huas, provincia de Lucanas y departamento de Ayacucho.

El **distrito de Huac-huas** es uno de los veintiuno que conforman la provincia de Lucanas, ubicada en el departamento de Ayacucho en el Sur del Perú.[10]. Está ubicado en el lado noroeste de la provincia de Lucanas del departamento de Ayacucho, y está a una altitud de 3100 m s.n.m. con una superficie de 309,48 km². El pico más elevado de Huac-Huas es el cerro Condorillo con 4,523 m.s.n.m.[10]

El distrito tiene las siguientes localidades (todas rurales):

- El Carmen de Pate
- Huac-Huas
- Llallahua
- Pate
- Payllihua
- San Juan de Caracha
- San Miguel de Lima
- Santa Rosa
- Sayhua
- Socos
- Yuraccancha

Limites:

Noroeste: Ocoyo(Huaytará) y Santiago de Quirahuara(Huaytará)	Norte: Santiago de Quirahuara(Huaytará)	Noreste: Santiago de Quirahuara(Huaytará) Llauta
Oeste: Tibillo(Palpa) y Río Grande(Palpa)		Este: Llauta
Suroeste: Río Grande(Palpa)	Sur: Río Grande(Palpa) y Llauta	Sureste: Llauta



Figura 1: Ubicación del distrito.

Fuente: https://www.google.com/maps/place/Huac-huas++Socos,+05760/@-14.1234381,-74.9633483,1627m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x9113df7a37acab5b:0x25e3eacb524e04c0!8m2!3d-14.1243403!4d-74.957776!16s%2Fg%2F11g_0tsps?hl=es&entry=ttu

3.2. ANÁLISIS DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE LAS PRECIPITACIONES

3.2.1. Análisis de indicadores físicos del agua

Se muestra en la Tabla

Tabla 3

Análisis en relación a los indicadores físicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023

Punto de muestro	Datos obtenidos tras el análisis en puntos de muestreo (PM)		
	Temperatura (°C)	Turbiedad (UNT.)	Conductividad eléctrica (μ S/cm.)
P. 1	21,18	0,17	52,49
P. 2	20,35	0,18	51,57
P. 3	21,67	0,19	56,78
P. 4	20,12	0,20	53,26
P. 5	22,06	0,17	51,09
P. 6	23,07	0,20	54,09
P. 7	21,81	0,18	53,09
P. 8	23,01	0,19	55,08
PROMEDIO	21,66	0,19	53,43

Interpretación:

Como se observa, la media en la temperatura de 21,66 °C, siendo el valor mínimo 20,12°C y 23,07 °C el valor máximo que corresponde a los meses de agosto a octubre, en cuanto a la turbiedad el valor promedio es de 0,19, siendo el valor mínimo 0,17 y 0,20 el valor máximo, asimismo, el valor promedio en la conductividad eléctrica es de 53,43 μ S/cm, siendo el valor mínimo 51,09 y 56,78 μ S/cm el valor máximo.

3.2.2. Análisis de indicadores químicos del agua

Tabla 4

Análisis en relación a los indicadores químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023

Punto de muestro	Datos obtenidos tras el análisis en puntos de muestreo (PM)				
	Cloruro (PpmCl)	Nitrito (ppm NO ₂ - N.)	Nitrato (ppmNO ₃ - NO ₃)	Oxígeno Disuelto (ppmOD)	Solidos disueltos totales
P. 1	33.48	0.068	0.017	7.52	58.24
P. 2	35.55	0.073	0.032	5.34	34.32
P. 3	36.87	0.074	0.021	5.09	49.01
P. 4	38.32	0.068	0.019	7.45	34.05
P. 5	36.26	0.072	0.106	6.46	36.89
P. 6	35.27	0.074	0.038	5.68	33.78
P. 7	36.91	0.064	0.028	6.68	32.63
P. 8	37.81	0.071	0.015	7.37	37.23
PROMEDIO	36,31	0,07	0,03	6,45	39,52

Interpretación:

Dentro de los parámetros químicos, se observa que el promedio del Cloruro dentro de los puntos de muestreo es 36,31 ppm Cl, siendo el valor mínimo es 33.48 y el valor máximo es 37.81, además, el promedio de Nitrito es 0.07 ppm NO₂ – N siendo el valor mínimo igual a 0.064 y el valor máximo 0.074, en cuanto, al Nitrato el promedio obtenido fue 0.03 ppmNO₃ - NO₃, siendo el valor mínimo 0.015 y el valor máximo 106, asimismo, en cuanto al oxígeno disuelto el promedio fue 6,45ppmOD siendo el valor mínimo 509 y 7,52 el valor máximo, en relación a los Sólidos disueltos totales el promedio es 39.52, siendo 32,63 el valor mínimo y 58.24 el valor máximo.

3.2.3. Análisis de la calidad del agua

Se ha realizado el análisis para identificar si la calidad del agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

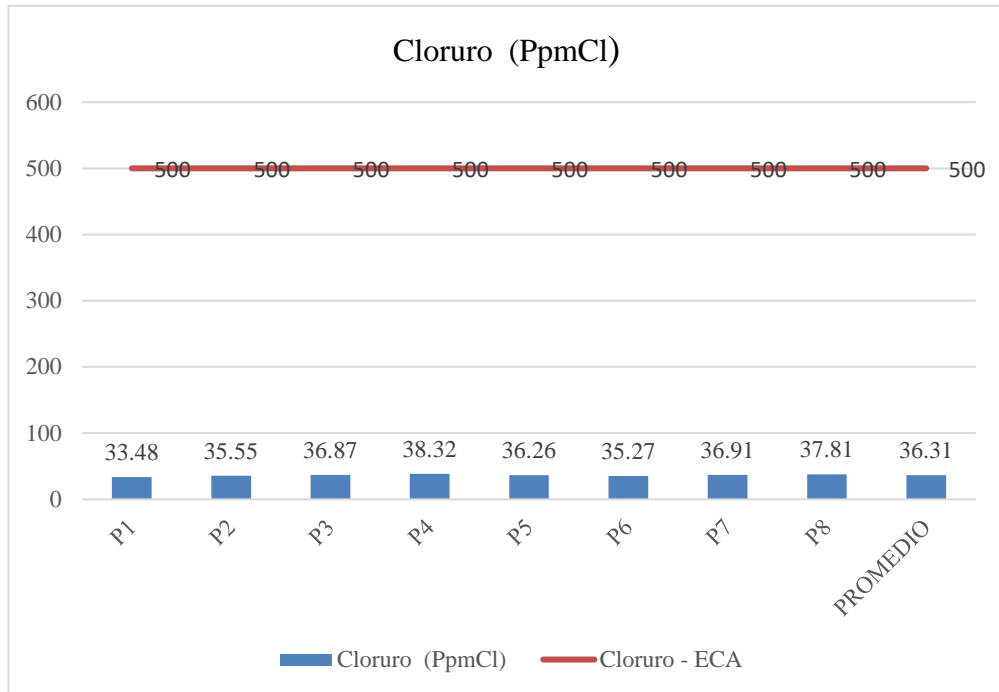


Figura 2: Resultados de Cloruros

Interpretación:

En la figura 1, se observa que el promedio del Cloruro dentro de los puntos de muestreo es 36,31 ppm Cl, siendo el valor mínimo es 33,48 y el valor máximo es 36,31, y como se aprecia no pasa los 500 ppm Cl que es el Límite Máximo Permisible propuesto por el ECA para este parámetro.

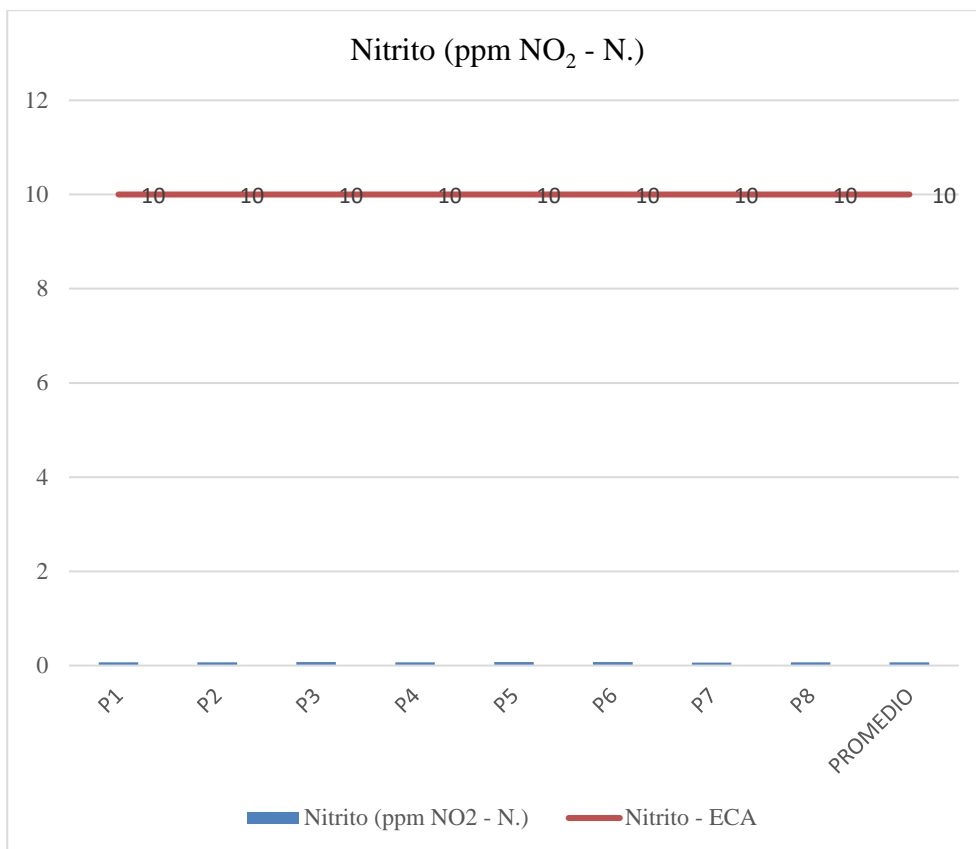


Figura 3: Resultados de Nitrito (ppmNO₃ -NO₃.)

Interpretación:

En la figura 2, se observa que el promedio de Nitrito es 0,07 ppm NO₂ – N siendo el valor mínimo igual a 0,064 y el valor máximo 0,074, es decir, no sobrepasa el Límite Máximo Permisible propuesto por ECA (10 ppmNO₂ -N).

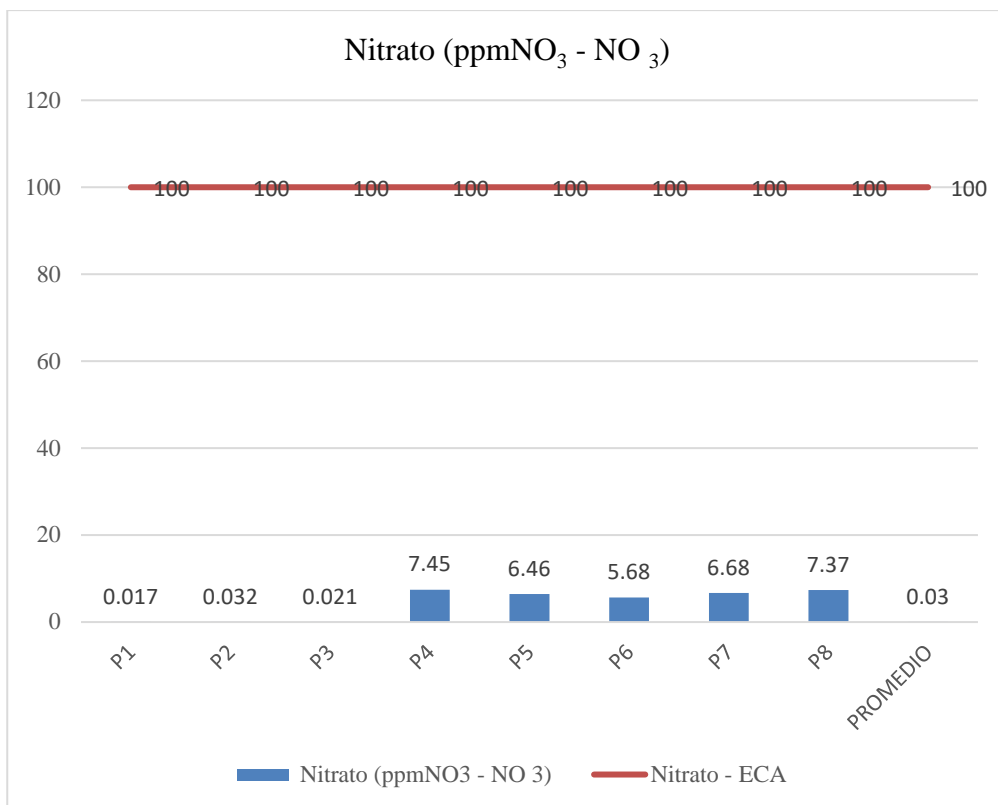


Figura 4: Resultados de Nitrato (ppmNO₃ -NO₃)

Interpretación:

En la figura 3, en cuanto al Nitrato el promedio obtenido fue 0.03 ppmNO₃ – NO₃, siendo el valor mínimo 0,015 y el valor máximo 106, es decir, no sobrepasa el Límite Máximo Permisible propuesto por ECA (100ppmNO₃ –NO₃).

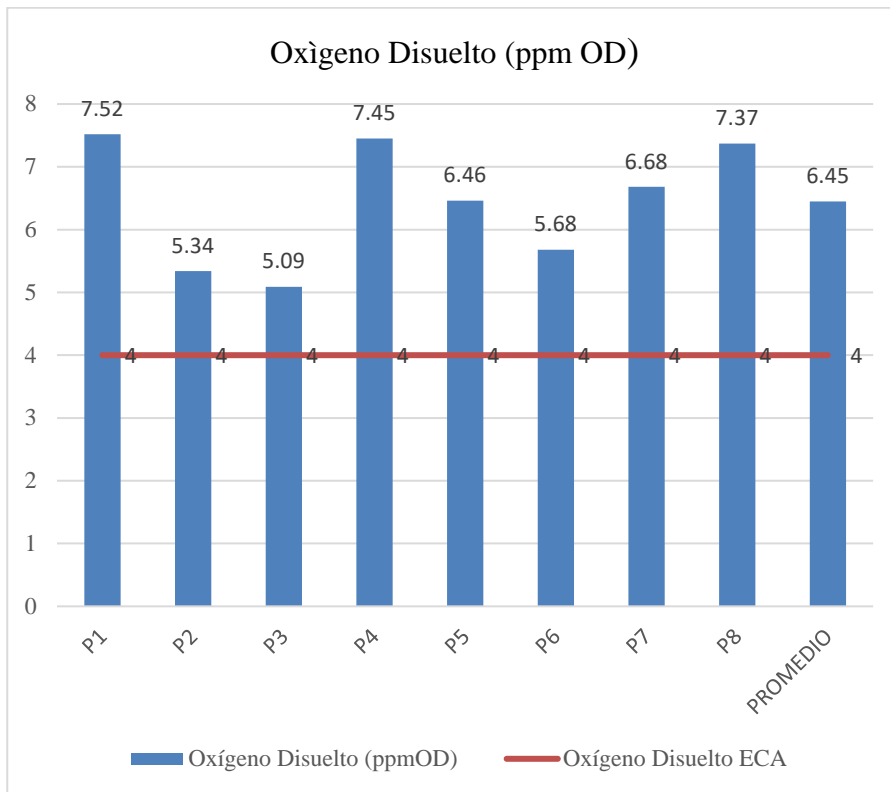


Figura 5: Resultados de Oxígeno Disuelto (ppm OD)

Interpretación:

En la figura 4, se observa que, el promedio fue 6,45ppm OD siendo el valor mínimo 509 y 7,52 en relación al oxígeno disuelto, todos los valores obtenidos sobrepasan los 4,0 mg/L propuestos por ECA, es decir, están dentro Límite Máximo Permissible.

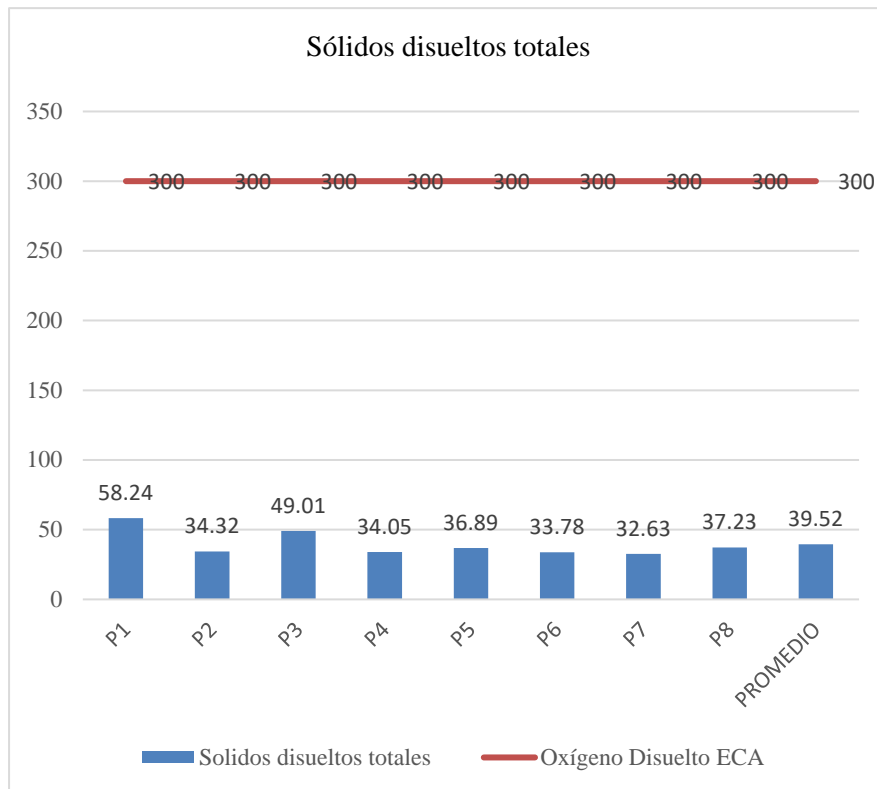


Figura 6: Sólidos disueltos totales

Interpretación:

En la figura 5, en los Sólidos disueltos totales el promedio es 39,52, siendo 32,63 el valor mínimo y 58,24 el valor máximo, siendo menor a 300 se considera como un agua de excelente calidad de agua.

Tabla 5

Análisis de la calidad de agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023

Punto de muestro	pH
P. 1	7,35
P. 2	8,1
P. 3	6,9
P. 4	7,6
P. 5	6,8
P. 6	7,9
P. 7	8,4
P. 8	7,5
PROMEDIO	7,57

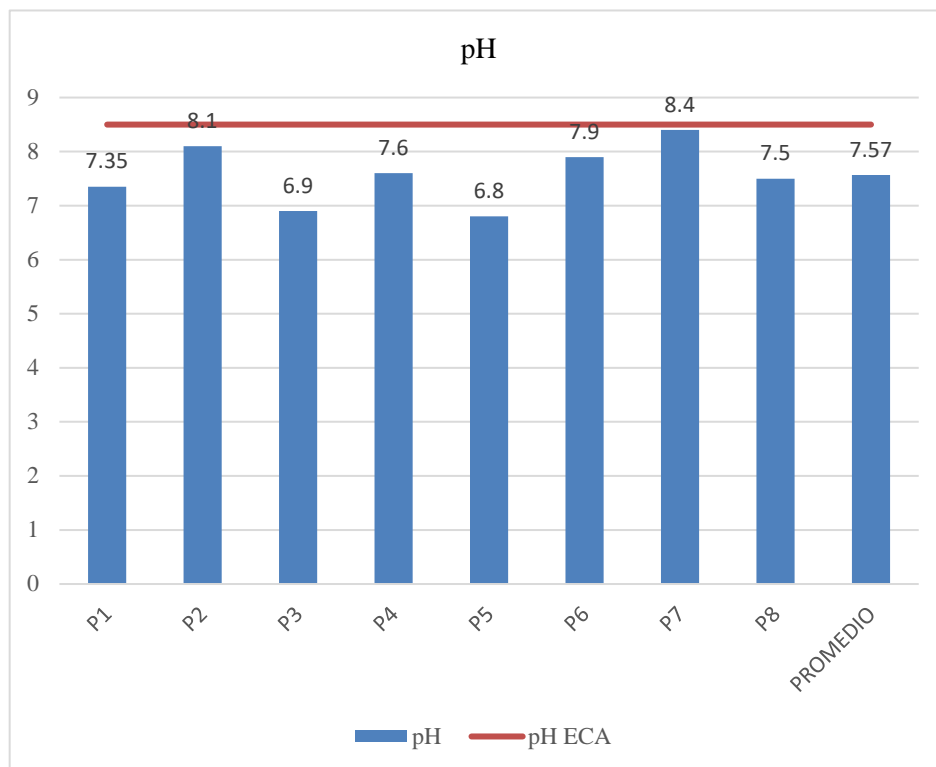


Figura 7: Resultado del análisis del pH

Interpretación:

En la figura 6, observamos que el promedio del pH es igual a 7,57 donde los valores varían desde 6,8pH hasta 8,4pH, cabe precisar que todos los valores están dentro del Límite Máximo Permisible (6,5pH – 8,5pH) propuesto por el ECA para el riego agrícola.

3.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis principal

Ha = Existe una buena calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

Ho = No existe una buena calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

Comprobación de la hipótesis:

De acuerdo a los resultados evidenciados en la estadística descriptiva, se confirma que la calidad de agua que provienen de las precipitaciones en el anexo de Socos se encuentra dentro de los valores permitidos por el ECA con referencia a los parámetros físicos – químicos y los estándares de calidad, por lo tanto; se deduce que *“existe una buena calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023”*.

IV DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El agua proveniente de las lluvias puede ser utilizadas para el riego agrícola considerando la problemática de la escasez de aguas en muchos sectores del Perú, razón por la cual este estudio se ha centralizado en investigar sobre los parámetros físicos químicos y sobre los estándares de calidad del agua proveniente de las lluvias en el anexo de Socos.
- Los hallazgos encontrados se muestra que dentro de los análisis físicos, se ha descubierto que la Turbiedad en los puntos de muestreo están dentro de los valores permitidos por los “Estándares de Calidad Ambiental” ya que no se supera los 100 uS/cm, es decir, la turbiedad no afecta negativamente la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, además la temperatura y la conductividad eléctrica se encuentran dentro de los valores permitidos por ECA. Sin embargo, Espinoza señala que para el 2025 habrá estrés hídrico y las aguas pluviales serán de gran beneficio para el ámbito agrario.
- Sin embargo, los indicadores químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales en la cual los niveles de Cloruro está dentro de los puntos de muestreo permitidos y aceptables de 36,31 ppmCl, siendo el valor mínimo es 33.48 y el valor máximo es 37.81, además, el promedio de Nitrito es 0.07 ppm NO₃ – N siendo el valor mínimo igual a 0.064 y el valor máximo 0.074, en cuanto, al Nitrato el promedio obtenido fue 0.03 ppmNO₃ – NO₃, siendo el valor mínimo 0.015 y el valor máximo 106, asimismo, en cuanto al oxígeno disuelto el promedio fue 6,45ppmOD siendo el valor mínimo 509 y 7,52 el valor máximo, en relación a los Sólidos disueltos totales el promedio es 39.52, siendo 32,63 el valor mínimo y 58.24 el valor máximo, es necesario considerar a Amayo (2022) quien mostró una media diaria de leve tendencia a incrementarse las precipitaciones por día pero con niveles aceptables de los componentes del agua. Por lo tanto, Escobar y Flores señalaron que la personas utilizan el agua de reservorio sin ningún problema.
- Además, se ha comprobado que la calidad del agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023. Caso contrario, encontró Páez quien señala que

la falta de un sistema de acueducto y alcantarillado genera grandes inundaciones principalmente en temporadas de lluvia, además, las malas prácticas de sus habitantes en cuanto a la segregación de los desechos que producen y el índice general de pobreza que presenta el sector”.

- Se ha comprobado que la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, tiene un promedio de pH igual a 7,57 donde los valores varían desde 6,8pH hasta 8,4pH, cabe precisar que todos los valores están dentro del Límite Máximo Permisible (6,5pH – 8,5pH) propuesto por el ECA para el riego agrícola. Coincidiendo con la investigación de Atoc quien determinó un pH en el punto P-1 de 7,52pH, P-2 8,35 pH y P-3 7,75 pH; oxígeno disuelto con 7,58ppm, 5,85ppm y 6,42ppm, llegó a concluir que las aguas de la cuenca baja del río se encuentran dentro de los estándares de calidad del agua y se encuentran aptas para el riego de cultivos.

V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, lográndose establecer que el promedio del pH es igual a 7,57. Este resultado se encuentra del límite permitido que varía desde 6,8pH hasta 8,4pH propuesto por el ECA para el riego agrícola.
2. Los parámetros físicos descubren que la turbiedad del agua de lluvia no afecta negativamente en la calidad del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, además la temperatura y la conductividad eléctrica se encuentran dentro de los valores permitidos por ECA.
3. En relación a los indicadores químicos del agua proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023, los resultados del Cloruro es 36,31 ppmCl, además, el promedio de Nitrito es 0.07 ppm $\text{NO}_2 - \text{N}$, el Nitrato tiene un promedio de 0.03 ppm $\text{NO}_3 - \text{NO}_3$, en cuanto al oxígeno disuelto el promedio fue 6,45ppmOD, en relación a los Sólidos disueltos totales el promedio fue de 39.52, siendo 32,63. Es decir todos los componentes están dentro de los puntos de muestreo permitidos.
4. Además, se ha comprobado que si se cumple con los estándares de calidad del agua y se encuentra dentro de los parámetros permisibles proveniente de las precipitaciones pluviales para el riego agrícola en el anexo de Socos – Huac Huas, Ayacucho 2023.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que instituciones como el SENAMHI y el ANA, monitoreen continuamente, mediante una estación meteorológica el volumen de las precipitaciones, los mismos que deben ser reportados a los agricultores para que utilicen adecuadamente los volúmenes de agua en sus cultivos.
2. Es recomendable la difusión de la captación del agua a fin de que los pobladores conozcan las diversas formas para recolectar el agua a fin de que se pueda utilizar para los campos agrícolas.
3. Las autoridades locales, deben capacitar a los agricultores en el uso de sistemas de riego tecnificado por aspersión, con la finalidad de incrementar la producción y la productividad agrícola, asimismo, que los agricultores internalicen la importancia en el cuidado del medio ambiente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] R. A. Cacsire Ponce and V. M. Valencia Córdova, “EVALUACIÓN DEL INDICES DE CALIDAD AMBIENTAL FISICOQUÍMICOS DE LA LAGUNA TINQUICOCHA MEDIANTE LA METODOLOGÍA ICA-PE EN EL DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO EN EL AÑO 2018-2019,” Universidad Católica de Santa María, 2021.
- [2] J. A. Quinteros Carabalí, J. Gómez-García, M. Solano, G. Llumiquinga, C. Burgos, and D. Carrera-Villacrés, “Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglhuayco,” *Siembra*, vol. 6, no. 2, pp. 046–057, 2019.
- [3] F. A. Espinosa Vaca, “ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA LA DOTACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” Universidad Técnica De Ambato, 2021.
- [4] Y. J. Bravo Sandino, “Evaluación de la precipitación aprovechable en la programación del riego, usando tres metodologías en el cultivo del aguacate (*Persea americana*), en la unidad experimental y validación El Plantel 2023,” Universidad Nacional Agraria, 2023.
- [5] D. S. Atoc Ospinal, “Evaluación de la calidad de agua de riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río moche, provincia de Trujillo -2019,” Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
- [6] F. A. Amubaldi Pacheco, “DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL CAUDAL DE AGUA Y ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN DE LA MICRO CUENCA “QUEBRADA LOS MONOS” AFLUENTE DEL RÍO SANTA ROSA,” Universidad Técnica de Machala, 2016.
- [7] M. A. Canales Torres, “MODELACIÓN DEL PROCESO PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA EN LA CUENCA DEL RÍO ICA,” Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
- [8] M. T. Flores Vásquez, “RECURSOS HÍDRICOS Y LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE PAPA EN LOS CASERÍOS DE MATUPAMPA Y TAMBO DEL DISTRITO DE CANTA, REGIÓN LIMA- 2015,” Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018.
- [9] L. D. Santi Yumbo, “Evaluación del impacto ambiental al Parque Amazónico ‘La Isla’ de la ciudad de Tena, por las eventualidades de inundación, aplicando la matriz de identificación y valoración de impactos, para proponer un plan de manejo ambiental,”

Universidad Nacional de Loja, 2016.

- [10] Wikipedia, “Distrito de Huac-Huas,” https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Huac-Huas. .