



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente, Moyobamba

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Autor:

Alexander Ugaz García

<https://orcid.org/0009-0002-3249-3631>

Asesor:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

<https://orcid.org/0000-0003-1396-9745>

Código N° 60511119

Moyobamba, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente, Moyobamba

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Autor:

Alexander Ugaz García

Sustentado y aprobado el 28 de noviembre del 2023, por los siguientes jurados:

Presidente de Jurado

Ing. M. Sc. Mirtha Felícita Valverde
Vera

Secretario de Jurado

Ing. M. Sc. Juan José Pinedo
Canta

Vocal de Jurado

Blgo. M. Sc. Luis Eduardo
Rodríguez Pérez

Asesor

Ing. Dr. Yrwin Francisco
Azabache Liza

Moyobamba, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS CONDUCENTES
A TÍTULO PROFESIONAL N.º 019-2023-UNSM/EPIS/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 254-2019-UNSM/CFT/FE, Moyobamba 29 de octubre del 2019.

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA SANITARIA**

A las 10:00 horas del día martes 28 de noviembre del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiya sector San Vicente, Moyobamba”**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, presentado por **Alexander Ugaz Garcia**, con la asesoría del **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por la **Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta** (Secretario), **Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez** (Vocal) y acompañado por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 298-2019-UNSM/CFT/FE**, de fecha **26 de diciembre del 2019**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluado por el jurado con la venia del asesor. Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue **QUINCE (15)**, tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA y correspondiente a la calificación de BUENO.... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12.... horas, el mismo día 28 de noviembre del 2023.

Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta
Secretario de Jurado

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez
Vocal del Jurado

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Asesor

Alexander Ugaz Garcia
Autor

Declaratoria de autenticidad


Alexander Ugaz García, con DNI N° 73987858, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente, Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis que presento es el resultado de mi propio trabajo y es autoría exclusiva del investigador.
2. Respeté rigurosamente las citas como también las referencias de todas las fuentes bibliográficas que han sido consultadas durante la realización de esta investigación.
3. No he recurrido al auto plagio en ningún momento durante la elaboración de esta tesis.
4. Los datos que se presentan son verídicos y estos no han sufrido alteración alguna ni han sido copiados de ninguna fuente externa. Por lo que, toda la información que se proporciona en esta investigación debe ser considerada como una contribución auténtica a la realidad que se investiga.

En virtud de lo anteriormente expuesto, me adjudico plena responsabilidad por mis acciones y me comprometo a cumplir con todas las leyes del país y con todas las normas que están vigentes en la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 28 de noviembre del 2023.


.....
Alexander Ugaz García
DNI N° 73987858



Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente, Moyobamba.</p>	<p>Área de investigación: Ciencia y Tecnología Ambiental</p> <p>Línea de investigación: Saneamiento ambiental</p> <p>Sublínea de investigación: Tratamiento del agua</p> <p>Grupo de investigación: Tecnologías de tratamiento del agua, Resolución N° 251-2022-UNSM/CFT/FE</p> <p>Tipo de investigación: Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor:</p> <p>Alexander Ugaz García</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0009-0002-3249-3631</p>
<p>Asesor:</p> <p>Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria Unidad o Laboratorio Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0000-0003-1396-9745</p>

Dedicatoria

Dedico al esfuerzo de mis queridos padres Gilberto Ugaz Tantalean y Gloria Elizabeth García Huamán, por ser pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, por brindarme lo necesario para ser quien soy hoy en día, por lo cual les agradeceré eternamente y amaré toda mi vida, A mi adorada hija Dayana Ugaz Vasquez por ser mi motivo e inspiración en mi lucha día a día. A mis hermanos Janet, Mesías, y Oberty, que han sido motivo de lucha para alcanzar mis metas. A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

Agradecimientos

Estoy muy agradecido con mis padres por haber forjado en mi valores hasta convertirme en la persona que soy; todos mis logros son fruto de su influencia. Me formaron mediante normas y libertades específicas, pero, en última instancia, me impulsaron con una constancia inquebrantable a alcanzar mis aspiraciones. Estoy eternamente agradecido por ser mis padres. A mi hija, que me inspira y me empuja a seguir progresando personal y profesionalmente. A mis hermanos, cuya presencia constante, apoyo inquebrantable y amor genuino me han motivado y empujado a progresar. Quisiera expresar mi gratitud a mi asesor, el Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza, por su apoyo inquebrantable, su valioso tiempo y su compromiso inquebrantable con el avance de este proyecto de investigación.

El autor.

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.2. Fundamentos teóricos	18
2.2.1. La agricultura y ganadería	18
2.2.2. Contaminación del agua	21
2.2.3. Contaminación del agua por nitratos	21
2.2.4. Contaminación de agua por fosfatos	23
2.3. Definición de términos básicos	25
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	27
3.1.1 Contexto de la investigación	27
3.1.2 Periodo de ejecución	27
3.1.3 Autorizaciones y permisos.....	27
3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad	27
3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales	27
3.2. Sistema de variables.....	28
3.2.1 Variables principales.....	28
3.2.2 Variables secundarias	28
3.3 Procedimientos de la investigación.....	28

3.3.1	Evaluación de los parámetros químicos: nitratos y fosfatos, en las aguas de la quebrada Rumiyacu	28
3.3.2	Nivel de influencia de la agricultura y ganadería en la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu.	29
3.3.3	Influencia de la actividad agrícola y ganadera, expresado mediante la valoración de los resultados obtenidos y compararlos con la normatividad ambiental vigente (Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles).	29
3.3.4	Realizar una propuesta de programa para mitigar la contaminación en la zona de estudio.	30
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		31
4.1.	Evaluación de los parámetros químicos: nitratos y fosfatos, en las aguas de la quebrada Rumiyacu.....	31
4.2.	Nivel de influencia de la agricultura y ganadería en la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu.....	35
4.3.	Influencia de la actividad agrícola y ganadera, expresado mediante la valoración de los resultados obtenidos y compararlos con la normatividad ambiental vigente (Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles).....	40
4.4.	Propuesta de programa para mitigar la contaminación en la zona de estudio.	42
4.5.	Discusión de resultados.....	46
CONCLUSIONES		48
RECOMENDACIONES		49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		50
ANEXOS		54

Índice de tablas

Tabla 1. Fechas de muestreo.....	28
Tabla 2. Concentración de nitratos y fosfatos. Octubre 2020	32
Tabla 3. Concentración de nitratos y fosfatos. Noviembre 2020	33
Tabla 4. Concentración de nitratos y fosfatos. Diciembre 2020.....	34
Tabla 5. Resumen de resultados.....	35
Tabla 6. Actividades humanas efectuadas en la quebrada	35
Tabla 7. Variabilidad de la concentración de fosfatos y nitratos – octubre 2020.	36
Tabla 8. Variación de la concentración de fosfatos y nitratos –noviembre 2020.	37
Tabla 9. Variación de la concentración de fosfatos y nitratos –diciembre 2020.....	39
Tabla 10. Calidad de agua para consumo en el muestreo 1	40
Tabla 11. Calidad de agua para consumo en el muestreo 2.	41
Tabla 12. Calidad de agua para consumo en el muestreo 3.	42

Índice de figuras

Figura 1. Puntos de muestreo	31
Figura 2. Concentracion de nitratos y fosfatos. Octubre 2020	32
Figura 3. Concentracion de nitratos y fosfatos. Noviembre 2020	33
Figura 4. Concentracion de nitratos y fosfatos. Diciembre 2020	34
Figura 5. Variación 1° - muestreo octubre.	37
Figura 6. Variación 2° - muestreo noviembre.	38
Figura 7. Variación 3° - muestreo diciembre.	39

RESUMEN

Efecto agrícola y ganadero en la concentración de nitratos y fosfatos en aguas de la quebrada Rumiyacu, Moyobamba

El daño que se está causando a la calidad del agua es un tema de mucha importancia en todo el mundo, siendo algunas de las causas las actividades agrícolas, ganaderas y vertimiento de aguas residuales. La quebrada Rumiyacu también se ve afectado por este problema, por lo que este estudio pretendía analizar el impacto de las actividades humanas en la calidad del agua de la quebrada, es por eso que efectuaron monitoreos semanales durante 3 meses, y se analizaron dos parámetros importantes para medir su efecto, siendo M1: muestreos realizados en el mes de octubre, M2: muestreos realizados en el mes de noviembre y M3: muestreos realizados en el mes de diciembre. Los parámetros que se analizaron son nitratos y fosfatos. Las muestras se llevaron al laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la UNSM, en donde se obtuvieron como resultados en promedio: 4,024 mg/L y 1,453 mg/L respectivamente. Una vez comparado los resultados con los LMP, se concluyó que los fosfatos exceden los límites de la categoría de aguas que pueden ser potabilizadas, por otro lado, lo nitratos se encuentran dentro del rango de estándares de calidad ambiental para todas las categorías. Sin embargo, cabe resaltar que, aunque ambos parámetros analizados no se encuentren presentes en las aguas de la quebrada en elevadas cantidades, es necesario aplicar medidas para mitigar el efecto que estos podrían causar.

Palabras clave: agua, calidad, vertimiento, quebrada, actividad humana.

ABSTRACT

Agricultural and livestock effect on the concentration of nitrates and phosphates in the waters of the Rumiyacu stream, Moyobamba

The damage that is being caused to water quality is an issue of great importance worldwide, some of the causes being agricultural activities, livestock and wastewater discharge. The Rumiyacu stream is also affected by this problem, so this study aimed to analyse the impact of human activities on the water quality of the stream. Thus, weekly monitoring was carried out during 3 months, and two important parameters were analyzed to measure their effect, where M1: sampling carried out in October, M2: sampling carried out in November and M3: sampling carried out in December. Nitrates and phosphates were the parameters analyzed. The samples were taken to the UNSM Sanitary Engineering Laboratory, where the average results were 4,024 mg/L and 1,453 mg/L, respectively. Once the results were compared with the MPLs, it was concluded that phosphates exceed the limits of the category of water that can be treated for drinking water, while nitrates are within the range of environmental quality standards for all categories. However, it should be noted that, although both parameters analyzed are not present in the waters of the stream in high quantities, it is necessary to apply measures to mitigate the effect that they could cause.

Keywords: water, quality, discharge, stream, human activity.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La contaminación del agua dado por actividades agrícolas mal ejecutadas supone una fuerte amenaza para todo ser vivo que la consume. Este es un tema mundial que a menudo es subestimado tanto por los responsables políticos como por los agricultores. En diversos países, la principal causa de contaminación del agua es la agricultura, por otro lado, en todo el mundo el contaminante químico con más índice de uso son los nitratos, los cuales son derivados de la agricultura (FAO, 2019).

El daño que se está dando a la calidad del agua, viene a contarse como una problemática de gran nivel ambiental, económico y social que atraviesa el mundo. Por cada segundo, las industrias, las ciudades, las zonas agrícolas derraman montones de desechos a los ríos, lagos y mares. Cada litro de agua contaminada que es vertida incurre en pérdidas de grandes cantidades de agua potable (FAO, 2019)

En el Perú la Autoridad Nacional del Agua (ANA), viene realizando seguimientos participativos de la calidad del agua desde el año 2009, con el fin de evaluar el estado situacional actual de las fuentes naturales de agua, teniendo en cuenta los Estándares Nacionales de Calidad de Agua (ECA- Agua), teniendo en cuenta la categoría asignada por la Autoridad y la identificación de las fuentes contaminantes que se encuentran en las cuencas hidrográficas a nivel nacional (Autoridad Nacional del Agua, 2018). En el 2018, en vista de la necesidad de la regulación de la calidad, se propuso un Índice de Calidad de Agua del Perú.

En la ciudad de Moyobamba, las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu, Mishquiyaquillo y Almendra, están ubicadas en la margen derecha del río Mayo (Ministerio del Ambiente, 2021). En base a las propiedades estudiadas, los resultados muestran que las microcuencas en un pasado abundaban de recursos naturales, sin embargo, hoy en día estos recursos se encuentran casi acabados, debido a que a medida que ha pasado el tiempo los pobladores se han ido asentando en las cabeceras de estas fuentes y han venido realizando actividades como talar, trabajo de terrenos. Todos estos factores suman a la variación que ha sufrido esta zona. (EPS Moyobamba S.R.L. y Ministerio del Ambiente, 2013).

Debido a la siguiente problemática se mostró oportuno realizar un aporte académico; con la formulación del siguiente problema: ¿Cuál es el impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente, Moyobamba?; el objetivo principal de esta

investigación fue determinar el impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente, Moyobamba. Planteándose cumplir con los siguientes objetivos específicos: 1. Evaluar los parámetros químicos: nitratos y fosfatos, en las aguas de la quebrada Rumiyacu, sector San Vicente; 2. Determinar el nivel de la influencia de la agricultura y ganadería en la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu; 3. Determinar la influencia de la actividad agrícola y ganadera, mediante la valoración de los resultados obtenidos y compararlos con la normatividad ambiental vigente (estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles); 4. Realizar una propuesta de programa para mitigar la contaminación en la zona de estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Rojas et al. (2020), investigó la polución del agua por nitratos y fosfatos originarios de la actividad agrícola en la cuenca baja del río Mayo en el estado de Sonora, México; donde indica que la principal actividad con mayor generación de contaminación es la agricultura. Los residuos con mayor presencia en el reporte son los nitratos y fosfatos, consecuencia de los procesos de fertilización, y a su vez estos rebasan lo implantado por el escenario línea base. Se realizó una simulación de la presencia de estos residuos en la cuenca mediante el aplicativo hidrológico SWAT. El autor concluye que la actividad agrícola tiene un fuerte impacto en la zona, elevando la presencia de sustancias y a su vez excediendo el límite establecido.

Lu et al. (2023), en su estudio analizaron el progreso en el manejo de la contaminación agrícola no puntual en China. Los autores señalaron que, a pesar de los avances en políticas, tecnologías y prácticas, aún persisten importantes brechas y desafíos como la falta de sistemas de información, coordinación interinstitucional, medición sistemática del problema y tratamiento efectivo de los contaminantes. Asimismo, indicaron que se requiere un enfoque integral para abordar este tipo de contaminación considerando las características particulares de la agricultura china.

A nivel nacional

Ligarda (2021), señaló que las actividades agropecuarias en la microcuenca del Río Chumbao en Perú, incluyendo ganadería, cultivos y uso de pesticidas/veterinarios, están relacionadas con la variación espaciotemporal en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río. Si bien no se detectaron niveles significativos de pesticidas, el autor concluyó que el deterioro progresivo de la calidad del agua debido a dichas actividades antropogénicas podría estar causando la presencia de enfermedades infecciosas y parasitarias en los pobladores del área de estudio.

Sáez (2019), determinó que las concentraciones de nitratos y fosfatos en el Río Ichu durante la época de estiaje en la zona urbana de Huancavelica se mantuvieron dentro de los límites máximos permisibles de la Categoría 3 de la norma de calidad ambiental para agua en Perú. Con base en los resultados del monitoreo realizado en 6 puntos de la cuenca, el autor concluyó que los niveles de estos contaminantes provenientes de

actividades antrópicas cumplen actualmente con los estándares para riego de vegetales y consumo animal establecidos por la legislación ambiental nacional.

A nivel local

Tuesta (2020), en su investigación, abordó la incidencia de los impactos ambientales generados por las actividades agrícolas y ganaderas en la microcuenca Juninguillo la Mina, en relación con la prestación del servicio de agua potable en la ciudad de Moyobamba. El estudio empleó una muestra de 315 usuarios y aplicó un diseño no experimental de tipo transaccional. Al finalizar, se contrastó la hipótesis propuesta, la cual afirmaba que las prácticas deficientes en la actividad agrícola y ganadera generan un impacto negativo en el servicio de agua potable. Los resultados concluyeron que efectivamente existen problemas de inestabilidad y erosión del suelo, así como un deterioro y disminución en la calidad del agua en la microcuenca. Estos factores han contribuido a una baja calidad en el servicio, una facturación poco equitativa y un acceso limitado al agua potable por parte de los usuarios.

Santa Cruz (2021), en su investigación evaluó los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos en la dinámica agrícola arrocerá del distrito de Soritor, específicamente en el río Tonchima. El estudio abordó la identificación de la "zona de influencia" afectada por la agricultura arrocerá, se seleccionó puntos de muestreo y fechas estratégicas para recolectar muestras. Los parámetros medidos incluyeron nitratos y fósforo, así como compuestos derivados de agrotóxicos. Se tomaron muestras en tres procesos del cultivo de arroz y se enviaron a un laboratorio para análisis, comparando los resultados con los estándares de calidad del agua. Los hallazgos indicaron incumplimientos en algunos parámetros respecto a los estándares establecidos. Además, mediante pruebas estadísticas, se identificó la etapa que generó mayor contaminación y el punto de muestreo con concentraciones más elevadas. Se concluyó que la dinámica agrícola arrocerá en Shica, Soritor, impacta directamente en los niveles de contaminación del río Tonchima.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. La agricultura y ganadería

La agricultura

La agricultura es una actividad económica ubicada en el sector primario, dentro de ella están todas las acciones que incluyen cambios al medio ambiente, con el fin de volverlo

más apto y sacarle el máximo provecho al suelo, obteniendo alimentos para el consumo o para su tratamiento y posterior a eso comercializarlo (Quispe, 2022).

Esta actividad económica tuvo su época de auge por primera vez en la Edad de Piedra, y ha sido desarrollado a lo largo de la historia por diferentes culturas. En primera instancia los hombres se dedicaban a la caza, pesca y recolección, sin embargo, empezaron a cultivar y trabajar la tierra, dando pase así a la agricultura, logrando como primeros cultivos el trigo y la cebada (Quispe, 2022).

Se clasifican según los diversos tipos de agricultura, teniendo en cuenta los diversos parámetros de análisis:

- **Por los volúmenes de producción:**

Agricultura de subsistencia. Su finalidad es trabajar una escala pequeña de producción, con el objetivo de alimentar a una comunidad con baja cantidad de habitantes, por lo tanto, no genera una gran erosión al suelo.

Agricultura Industrial. Consta de la producción de grandes cantidades de alimentos, por lo general lo realizan los países grandes industrializados. Este tipo de producción tiene como finalidad comercializar hasta el excedente, algo así como sucede con las exportaciones de alimentos en otros países (Quispe, 2022).

- **Por la importancia del agua en la producción:**

De Regadío. En esta categoría es muy importante aplicar o contar con un sistema de riego, ya sea usando sistemas naturales o artificiales.

De Secano. En esta categoría el riego o el agua es abastecida por las lluvias y por el suelo, sin necesidad de participación del agricultor (Quispe, 2022).

Impacto de la agricultura

La contaminación de las fuentes de agua originada por actividades agrícolas suele derivarse del uso de fertilizantes y biocidas en el proceso, así como de la presencia de alpechín y otros residuos agrícolas. Estas sustancias tóxicas son ricas en compuestos nitrogenados y fosforados, y durante las lluvias y escorrentías, son arrastradas hacia los cauces de los ríos y, posteriormente, hacia los lagos. Es importante destacar que los biocidas utilizados presentan una concentración tóxica y contaminante significativa (Blancas y Hervás, 2001).

La ganadería

La actividad de ganadería en el país es ejecutada a lo largo de todo el territorio peruano, y su importancia se da debido a que es una de las actividades en donde no solo se aprovecha la carne si no otros derivados, lo cual es aprovechar la fuente de manera casi completa. Sin embargo, existen ganados que están o solo a la producción de carne o la leche, y ambos (carne y leche). Esta actividad económica es muy importante debido a que genera trabajo a muchas familias, cooperando con la bolsa familiar (Reyner, 2019).

Los fertilizantes, el estiércol y los plaguicidas son las principales causas de contaminación del agua. La polución de las aguas subterráneas generado por productos y residuos de origen agroquímico es una de las realidades problemáticas con mayor importancia en todos los países con gran escala de desarrollo y a su vez con las ya desarrolladas (FAO, 2019).

La contaminación que se da por el uso de fertilizantes se genera cuando son usados en mayor proporción de la capacidad de absorción de las tierras, o cuando son llevadas o arrastradas por la acción del agua, lluvias, etc., antes que éstas puedan ser absorbidas son dirigidas a fuentes agua. Este exceso de nutrientes da lugar a la eutrofización de lagos, embalses y estanques, dando pase a un surgimiento de algas las cuales suprimen otras plantas y seres vivos acuáticos. Según las estadísticas de cultivo, para el año 2030 se espera un crecimiento más bajo de la utilización de fertilizantes nitrogenados con respecto al pasado. Si se pudiera mejorar el elevado consumo de fertilizantes entre los años 1997 – 99 y 2030, podría ser tan bajo como el 37%. Por otro lado, en la actualidad el uso de estos productos en países de desarrollo es ineficiente. China es el primer consumidor a nivel mundial de fertilizantes nitrogenados, aproximadamente la mitad del nitrógeno usado se desperdicia por la volatilización, y sumado a esto un 5% a 10% más por infiltración (FAO, 2019).

En muchos países desarrollados o en camino al crecimiento se usan insecticidas, herbicidas y fungicidas de manera intensa, lo cual genera polución del agua dulce con sustancias carcinógenas y otros venenos que dañan al ser humano y a otras formas de vida existentes. Estos productos también disminuyen la biodiversidad, ya que matan hierbas y animales, lo cual afecta la cadena alimenticia (FAO, 2019).

La utilización de plaguicidas aumentó a gran escala en los últimos 35 años, obteniendo una tasa de desarrollo del 4% a 5,4% en algunas zonas. Por los años 90 se pudo notar una reducción del uso de insecticidas, en países desarrollados y también en los que están en camino de desarrollo. En conclusión, la implementación de herbicidas se ha venido dando de manera creciente en muchos países (FAO, 2019).

Impacto de la ganadería

La polución de cuerpos de agua dado por sobreexplotación ganadera es generada por los compuestos orgánicos y biológicos provenientes de desechos de lugares ganaderos y purines de animales estabulados. Las aguas que son usadas en las instalaciones ganaderas, más que todo en las operaciones de limpieza, arrastran y llevan con ellas el estiércol, los purines, así como los desechos de los plaguicidas usados en la actividad ganadera. Por lo general debido a las elevadas cargas se intenta retirar como residuo. Es por eso por lo que, si las balsas de excretas no están edificadas de manera adecuada, existe un riesgo de contaminación al terreno y a su vez a las fuentes de agua cercanas (Blancas y Hervás, 2001).

2.2.2. Contaminación del agua

Esta situación se da cuando se genera una variación química, física o biológica en la calidad del agua, lo cual trae consecuencias dañinas a cualquier ser vivo que lo consuma. También está conceptualizado como la acumulación de una o más sustancias que no pertenecen a la composición del agua y generan consecuencias negativas, como el desbalance de la vida humana, plantas y animales (Sierra, 2011).

2.2.3. Contaminación del agua por nitratos

Estas sustancias están conformadas por 3 átomos de oxígeno, uno de nitrógeno con carga negativa (NO_3^-), no cuentan con color ni sabor y se pueden encontrar en el agua de forma disuelta. Su aparición en las aguas superficiales o subterráneas están dadas por el ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en algunas zonas han ocurrido variaciones de este ciclo de forma que se han generado incrementos en la aglomeración de nitratos, más que todo por el uso recurrente de abonos nitrogenados y posterior a eso su arrastre por las aguas (Palomares, s.f.).

Los nitratos son generados por las fuentes de agua naturales y antropogénicas, siendo las responsables del notorio incremento en su concentración, lo cual ha sido notado en los últimos años. Es por eso que los desechos industriales conforman una fuente de gran importancia de nitratos presentes en las aguas, las industrias con mayor polución son: mataderos, destilerías, azucareras, industrias de levadura, de almidón, textiles y fertilizantes (Palomares, s.f.).

Sumado a esto, la adulteración de nitratos tiene muchos impactos negativos, originando perjuicios a la salud y polución de acuíferos. A lo largo de los años se ha observado daños ocasionados por el consumo de agua contaminada con nitratos, es por eso que

la OMS ha implantado el nivel límite para el consumo humano de 44 ppm como NO_3^- y 100 ppm para consumo animal. Cabe indicar que las consecuencias negativas en realidad están generadas por el nitrito (NO_2^-).

Los nitratos que son aspirados por los vegetales deben ser cambiados a compuestos orgánicos, un motivo por el cual este fenómeno no ocurre a una escala adecuada, podría ser la falta de molibdeno en el proceso de fertilización, ya que esto conlleva a una reducción de la actividad de la enzima nitrato – reductasa. Cuando existe posibilidades de que dichas plantas obtengan niveles elevados de nitratos, un plan es efectuar la cosecha por la tarde, debido a que existirá menor aglomeración de nitratos por lo que en el transcurso del día se dio la metabolización de la molécula en la etapa luminosa (Intagri S.C., 2015).

Daños al ganado. Se han reportado numerosos casos de intoxicación por NO_3^- en animales que consumen cultivos de maíz, avena o sorgo. Estos sembríos por lo general acumulan excesivas cantidades de este compuesto, más que todo después de temporadas de sequía, en donde este compuesto se favorece por las condiciones ambientales y se alojan en el suelo. Luego al retomarse el desarrollo, la absorción de nitratos es acelerada, lo que genera que el nitrato se aglomere. En Sudamérica, algunos años se registró varios casos de muerte de ganado generado por la sobredosis de NO_3^- por lo general a inicios de otoño (Intagri S.C., 2015).

Fuentes de contaminación por nitratos

Las fuentes de este componente están divididas de dos formas:

a. Fuentes naturales:

El compuesto nitrato es la conformación termodinámica del nitrógeno los cuales se encuentran en los sistemas acuosos y terrestres. Estos compuestos son muy solubles en agua y cualquiera que se haya generado en este proceso estará en estado de solución.

Los minerales que cuentan con nitratos en su composición son muy extraños, un ejemplo es el salitre (nitrato de sodio y nitrato de potasio), el cual es el más conocido. Estos compuestos también se hallan de forma natural en algunos alimentos, por lo general en algunos vegetales (Pacheco y Cabrera, 2003).

b. Fuentes artificiales

Fertilizantes: Para que se pueda efectuar una excelente producción agrícola se debe tener presente que los suelos tengan capacidad de generar tierras con buena capacidad

y este rendimiento está medida por su fertilidad. El contenido de nutrientes de las tierras por lo usual no es suficiente y es por eso que se usan fertilizantes naturales, orgánicos y químicos. Estos productos brindan el nitrógeno necesario y a su vez nitratos en algunos casos, generando un incremento en su presencia y concentración (Pacheco y Cabrera, 2003).

Sistemas de tratamiento existentes para remoción de nitrato

Para lograr los niveles aceptados de nitrato presentes en el agua, se tienen diferentes tecnologías que ayudarán en la eliminación y/o reducción de este compuesto. Algunos de los tratamientos más conocidos son osmosis inversa e intercambio iónico (Kapoor & Viraraghavan, 1997).

El tratamiento de osmosis inversa radica en la eliminación de las sustancias tóxicas que se encuentran en el agua, usando un sistema de membranas semipermeables, lo cual facilitará pasar de una aglomeración alta a una baja (Kapoor & Viraraghavan, 1997).

El intercambio iónico, su mismo nombre lo dice, es el cambio de un ion por otro. El agua a tratar atraviesa un medio con resina y ahí se produce el cambio (Kapoor & Viraraghavan, 1997).

A parte de estos procedimientos mencionados, también se tienen otros que explotan la capacidad que tienen algunas bacterias para usar el nitrato como aceptor de electrones en anóxicas, y es conocido como desnitrificación (Mateju, Cizinska, Krejci, & Janoch, 1992). Estas bacterias utilizan el nitrato a través de la enzima nitrato reductasa, con el fin de catalizar la disminución del nitrógeno y la liberación del oxígeno.

2.2.4. Contaminación de agua por fosfatos

Los fosfatos

El tema primario de los estudios de los órganos encargados de la preservación y cuidado del ambiente está abocado al fosfato, mientras que por otro lado los restantes no son muy tomados en cuenta. El principal componente usado como componente en los detergentes es el $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Esta sustancia no genera problemas ambientales, debido a que el ion $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ atraviesa un retardado efecto de hidrólisis en el ambiente hasta transformarse en ortofosfatos, los cuales adolecen de toxicidad. Si se usan polifosfatos es un motivo de preocupación debido a que tanto ellos como los productos derivados de su hidrólisis, tienen contenido de fósforo (Tintorería y Lavandería, 2019).

Las particularidades y funciones de las polifosfatos en la etapa de lavado son los siguientes:

- El resultado de la acumulación de complejos sobre los elementos causantes de la dureza, por lo que se evita el asentamiento de cal sobre superficies metálicas de la máquina de lavar y sobre ropa lavada.
- El nacimiento de sustancias análogas con los residuos de hierro y cobre de la lejía de lavado es con lo que se previenen las reacciones de putrefacción, y si se le añade perborato como blanqueador se podrían estropear las fibras de la ropa.
- El trifosfato no sólo actúa como detergente, sino que también eleva la acción detergente de los tensoactivos.
- La concentración del compuesto fosfatos puede traer una gran población de algas de superficie, puesto que este componente actúa directamente en la tasa de crecimiento de estos seres y esto a su vez genera la reducción de la carga de oxígeno disuelto en el agua. La carencia de oxígeno en el agua genera muerte de vida acuática (Huamán, 2017).

Fuentes de contaminación por fosfato

Los problemas como aguas residuales y el uso de fertilizantes han generado una elevación notoria de los flujos de nutrientes fluviales. Dentro de los cuales se halla como principal componente al fosfato, su presencia se debe al desarrollo industrial, agrícola y desperdicios urbanos, lo cual alteró de manera significativa el flujo de nutriente en los últimos años (Huamán, 2017). Algunas de las fuentes de fosfato son las siguientes:

Las polifosfatos de los detergentes:

La presencia de polifosfatos en detergentes es muy normal y son por esas razones que se dan los siguientes casos:

- La acción entre detergentes sintéticos y los iones Ca^{2+} y Mg^{2+}
- Los iones polifosfato son agregados a los detergentes como "formadores", los cuales dan pase a complejos solubles, admitiendo a las moléculas y a los iones de detergente trabajar como agentes limpiadores.

Las aguas residuales:

Son los desperdicios de los desagües, los cuales están comprendidos por residuos de viviendas, lugares comerciales, instituciones y edificios públicos conteniendo material fecal. Un aspecto importante de las aguas residuales es su concentración de sólidos totales, el cual está compuesto de material en suspensión y flotante en dispersión coloidal y en disolución. Como características adicionales está la temperatura, color y olor (Arias, 2001).

2.3. Definición de términos básicos

Agricultura

Grupo de técnicas, conocimientos que sirven para trabajar y labrar los terrenos, y también forma parte del sector primario. Esta actividad comprende diferentes procesos de tratamientos de suelo y los cultivos de vegetales. Está conformado por todo un grupo de acciones humanas dedicadas a la transformación y al trabajo del medio ambiente natural (Blancas y Hervás, 2001).

Contaminación natural

Se da de la proporción dinámica de la tierra, acciones geofísicas y etapas del ciclo natural del agua (Blancas y Hervás, 2001).

Contaminación artificial

Se da por el accionar de la actividad humana lo cual genera compuestos que no forman parte de la concepción natural del agua o modifica los contenidos ya existentes (Blancas y Hervás, 2001).

Eutrofización

Se da cuando el agua contiene una elevada aglomeración de nutrientes (en concreto, fosfatos y nitratos) por la llega de aguas de procedencia en su mayoría agrícola o urbana (FAO, 2019).

Estado trófico

Es uno de los conceptos más importantes, y su significado se da por la relación entre los estados de los nutrientes en un lago y el desarrollo de la materia orgánica en el mismo (FAO, 2019).

Ganadería

Actividad del sector económico de procedencia antigua que comprende las actividades de utilización y explotación de animales domesticables con el objetivo de producirlos para su consumo y aprovechamiento (Blancas y Hervás, 2001).

Calidad de agua

Término que se usa para explicar las propiedades químicas, físicas y biológicas del agua según el fin o uso que le darán. Para medirla, se estudian los elementos presentes en los cuerpos de agua a analizar, como: la temperatura, los nitratos y fosfatos, etc. (AQUAE, 2018)

Contaminación del agua

Término que se usa para describir la concentración de componentes químicos o de otra naturaleza en proporciones superiores a las aceptables, lo que genera que su consumo genere consecuencias dañinas sobre la salud de los seres que la consumen y sobre el medio (Iagua, 2019)

Índices de calidad de agua

Señalan el grado de calidad del agua calificándolos entre 0 y 1, variando según su uso. Estos números son la representación de los problemas de contaminación (IDEAM, 2019)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

- Departamento: San Martín
- Provincia: Moyobamba
- Distrito: Moyobamba
- Sector: San Vicente

3.1.2 Periodo de ejecución

El tiempo de ejecución de la presente investigación, fue de 10 meses, desde septiembre de 2020 hasta julio de 2021.

3.1.3 Autorizaciones y permisos

Se solicitó autorización para acceder a las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM).

3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la UNSM, siguiendo estrictamente los estándares de control ambiental y bioseguridad establecidos como parte de la política o normativas internas del laboratorio.

3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales

El investigador garantiza que su participación respetó por los principios éticos fundamentales de la investigación. Esto se refleja especialmente en un meticuloso proceso de recopilación de información, con la debida cita y responsabilidad hacia los autores originales de cualquier contenido incorporado en este trabajo. Además, se reconoce y valora las contribuciones de todo el personal involucrado en la consecución de los objetivos de la investigación y la obtención de datos significativos. Se procuró establecer una relación positiva entre el entorno natural y las actividades asociadas con esta investigación, con el objetivo de prevenir cualquier impacto negativo en el medio ambiente.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

- Concentración de nitratos en las aguas de la quebrada Rumiyacu.
- Concentración de fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiyacu.
- Influencia de la actividad agrícola en la calidad del agua.
- Influencia de la actividad ganadera en la calidad del agua.

3.2.2 Variables secundarias

- Parámetros químicos del agua
- Características de las actividades agrícolas
- Características de las actividades ganaderas
- Normativa ambiental aplicable

3.3 Procedimientos de la investigación

3.3.1 Evaluación de los parámetros químicos: nitratos y fosfatos, en las aguas de la quebrada Rumiyacu

Toma de muestras

Se definieron 4 puntos claves para el proceso de muestreo, el cual se llevó a cabo de forma semanal a lo largo de un periodo de tres meses. Las muestras fueron recolectadas en frascos previamente esterilizados y, posteriormente, almacenadas en un cooler de 10 litros para preservar la temperatura durante su transporte. Todo el conjunto de muestras fue trasladado al laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología – UNSM. En este laboratorio se llevaron a cabo las mediciones de los parámetros de estudio, haciendo uso del equipo Colorímetro DR 900. Las fechas de los muestreos se muestran a continuación:

Tabla 1
Fechas de muestreo

Mes	Días			
Octubre - 2020	7	14	21	28
Noviembre - 2020	4	11	18	25
Diciembre - 2020	2	9	16	23

Determinación de nitratos

Entre algunos de los procedimientos que se usan en la precisión de la aglomeración de nitratos en cuerpos de agua son la cromatografía iónica, los procedimientos

espectrofotométrico ultravioleta, del electrodo de nitrado, de disminución de cadmio de disminución con hidracina.

Determinación de fosfatos

El fósforo de origen inorgánico se analizó por el proceso de espectrofotométrico, a través de la acción del anión fosfato y el molibdato amónico en medio ácido en presencia de tartrato de antimonio y potasio y genera ácido fosfomolibdico; este disminuyó usando ácido ascórbico, lo cual provocó una coloración azul debido al molibdato, la cual fue fácil de detectar por absorbancia a 880 nm.

3.3.2 Nivel de influencia de la agricultura y ganadería en la calidad del agua de la quebrada Rumiyaçu.

Identificación de actividades agrícolas y ganaderas

Se identificaron las prácticas agrícolas y ganaderas llevadas a cabo en las áreas cercanas de la quebrada Rumiyaçu.

Comparación de concentraciones

Se realizó una comparación de las concentraciones de nitratos y fosfatos en cada punto de muestreo a lo largo de la quebrada Rumiyaçu. Para establecer una referencia precisa, se tomó el promedio de las concentraciones encontradas en la naciente de la quebrada, reconocida como una fuente de agua más pura. Este análisis permitió identificar de manera precisa las variaciones y tendencias en las concentraciones de los compuestos químicos objeto de estudio.

Análisis de patrones

Se evaluaron las variaciones en las concentraciones de nitratos y fosfatos teniendo en cuenta las concentraciones halladas en la naciente, de esta manera se identificaron patrones ascendentes o descendentes.

3.3.3 Influencia de la actividad agrícola y ganadera, expresado mediante la valoración de los resultados obtenidos y compararlos con la normatividad ambiental vigente (Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles).

Comparación con Normativas Ambientales

Se llevó a cabo la comparación entre los resultados obtenidos y los estándares de calidad ambiental, así como los límites máximos permisibles establecidos por las

normativas vigentes. Este análisis permitió identificar de manera precisa las áreas o puntos específicos a lo largo de la quebrada Rumiyacu que podrían encontrarse en conformidad o no conformidad con las normativas ambientales aplicables. La evaluación se realizó con el objetivo de establecer de manera clara el grado de cumplimiento con las normativas y establecer las bases para acciones correctivas o de mejora, en caso de ser necesario.

3.3.4 Realizar una propuesta de programa para mitigar la contaminación en la zona de estudio.

- Se realizó un análisis del uso actual del agua de la quebrada Rumiyacu por parte de los residentes locales, con el fin de comprender mejor las necesidades y prácticas existentes en la zona.
- Se propuso un programa de educación y sensibilización ambiental, que incluye la creación de materiales informativos y de capacitación destinados a la comunidad. Este programa también contempla la planificación de talleres, charlas y campañas de concientización para fomentar prácticas sostenibles y la conservación del recurso hídrico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de los parámetros químicos: nitratos y fosfatos, en las aguas de la quebrada Rumiyacu

Con el propósito de alcanzar el objetivo planteado, se determinó como lugar de estudio la quebrada Rumiyacu, situada en el distrito de Jepelacio. En este contexto, se identificaron y seleccionaron estratégicamente 4 puntos de muestreo en el sector San Vicente. La toma de muestras se realizó de forma sistemática y recurrente, con una frecuencia semanal durante un período de tres meses, lo que resultó en un total de 12 muestras recopiladas por punto. Los puntos de muestreo identificados se muestran a continuación.



Figura 1
Puntos de muestreo

Las coordenadas de cada punto se indican a continuación:

Punto 1

Latitud: -6,0747

Longitud: -76,9683

Punto 2

Latitud: -6,0847

Longitud: -76,9633

Punto 3

Latitud: -6,0899

Longitud: -76,9594

Punto 4

Latitud: -6,0928

Longitud: -76,9558

Una vez identificado los puntos de muestreo, se procedió con la recolección de las muestras, las cuales fueron trasladadas al laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología para llevar a cabo el análisis. La determinación de las concentraciones se efectuó mediante el uso del equipo Colorímetro DR 900. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 2

Concentración de nitratos y fosfatos. Octubre 2020

Parámetros	Unidades	M1	M2	M3	M4	Promedio	Valor máximo
Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,75	0,62	0,84	0,89	0,78	0,89
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	1,15	1,10	0,79	1,18	1,06	1,18

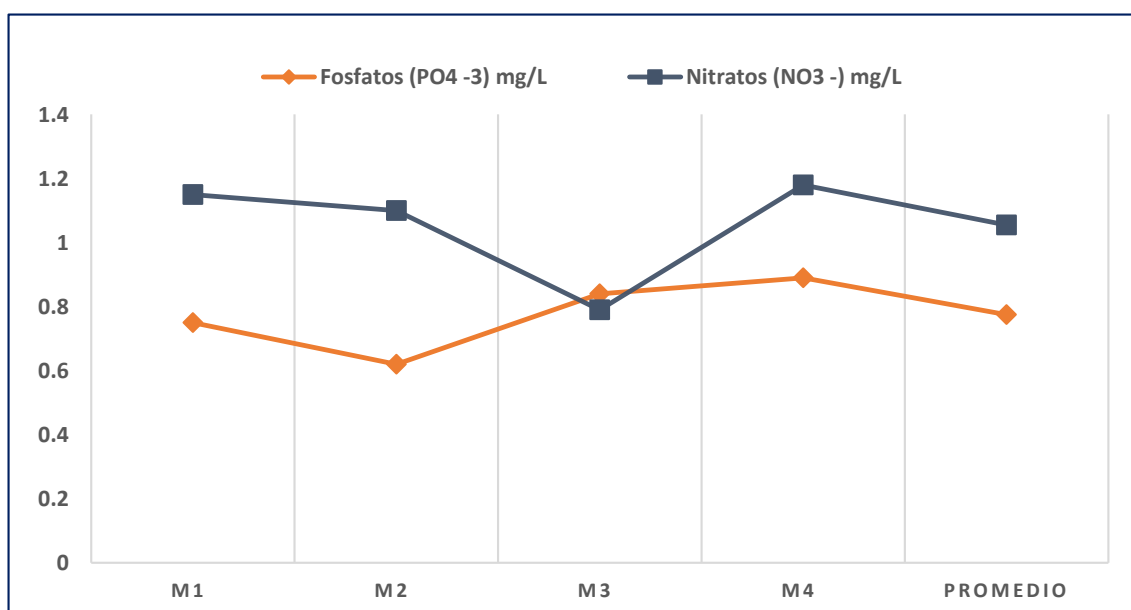


Figura 2

Concentración de nitratos y fosfatos. Octubre 2020

Interpretación:

Se muestran los datos obtenidos del análisis efectuado en la quebrada Rumiayacu, en el mes de octubre del 2020. Para esto se monitorearon los siguientes parámetros:

- Los nitratos fueron un parámetro de poca presencia en las aguas de la quebrada; siendo el valor máximo encontrado la muestra 4 con una cantidad de 1,18 mg/L,

realizada en la última semana del mes, sin embargo, cabe aclarar que esta zona contiene aguas que son impactadas por vertimientos de aguas residuales domesticas en la zona.

- 5 Los fosfatos, en la muestra 2 obtuvo el valor menor con una cantidad de 0,62 mg/L. Por otro lado, la muestra 4 obtuvo el valor más elevado con 0,89 mg/L.

Se determinó que, para ambos parámetros, la semana con más impacto, es el cuarto.

Tabla 3

Concentración de nitratos y fosfatos. Noviembre 2020

Parámetros	Unidades	M1	M2	M3	M4	Promedio	Valor máximo
Fosfatos (PO_4^{-3})	mg/L	0,90	1,15	1,13	1,25	1,11	1,25
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	4,45	4,40	5,10	5,42	4,84	5,42

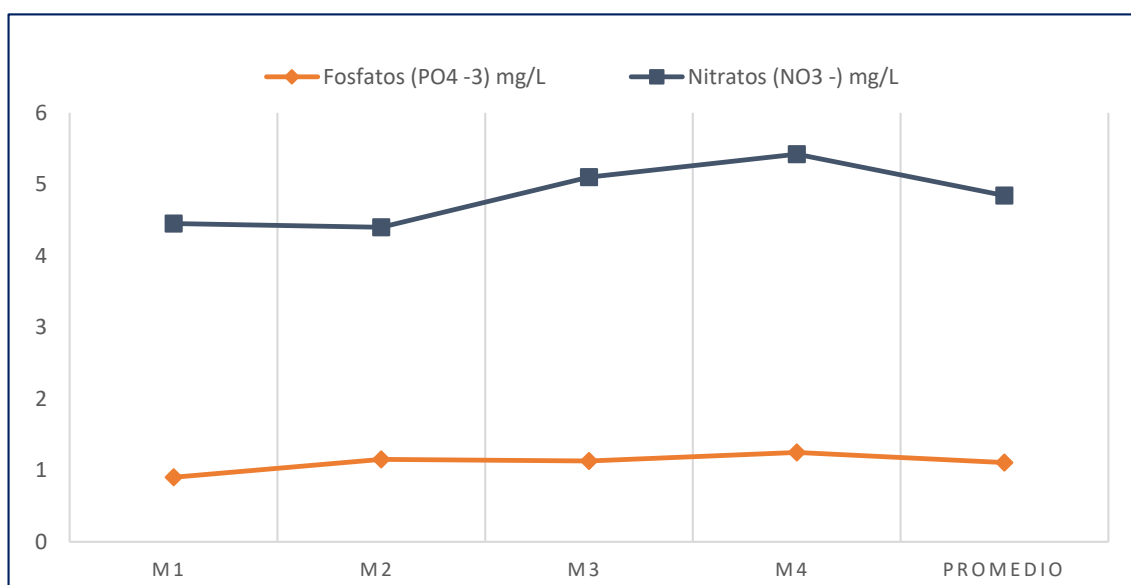


Figura 3

Concentración de nitratos y fosfatos. Noviembre 2020

Interpretación:

Se muestran los datos obtenidos una vez realizado el análisis en la quebrada, en el mes de noviembre del 2020. Para lo cual, se analizaron los siguientes parámetros:

- Los nitratos muestran un aumento con respecto al muestreo del mes pasado en las aguas de la quebrada; siendo el valor máximo encontrado la muestra 4 con una cantidad de 5,42 mg/L, realizada también en la última semana del mes. El aumento de estos parámetros en la zona se debe a las fiestas por diciembre, lo cual incrementa la

ganadería y a su vez las actividades de agricultura. Los residuos de estas actividades generan contaminación debido al vertimiento de los desechos a las aguas de la quebrada. A su vez, también son impactadas por vertimientos de aguas residuales domesticas en la zona.

- Por otro lado, los fosfatos muestran cantidades mínimas, sin embargo, también se observa un pequeño incremento con respecto al mes pasado.

Si bien es cierto se muestra un aumento progresivo en las muestras de este mes para ambos parámetros, sin embargo, la cantidad más elevada para ambos es la 4, es decir la última semana del mes.

Tabla 4
Concentracion de nitratos y fosfatos. Diciembre 2020

Parámetros	Unidades	M1	M2	M3	M4	Promedio	Valor máximo
Fosfatos (PO_4^{-3})	mg/L	2,01	2,45	2,7	2,75	2,48	2,75
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	5,90	6,15	6,35	6,30	6,18	6,35

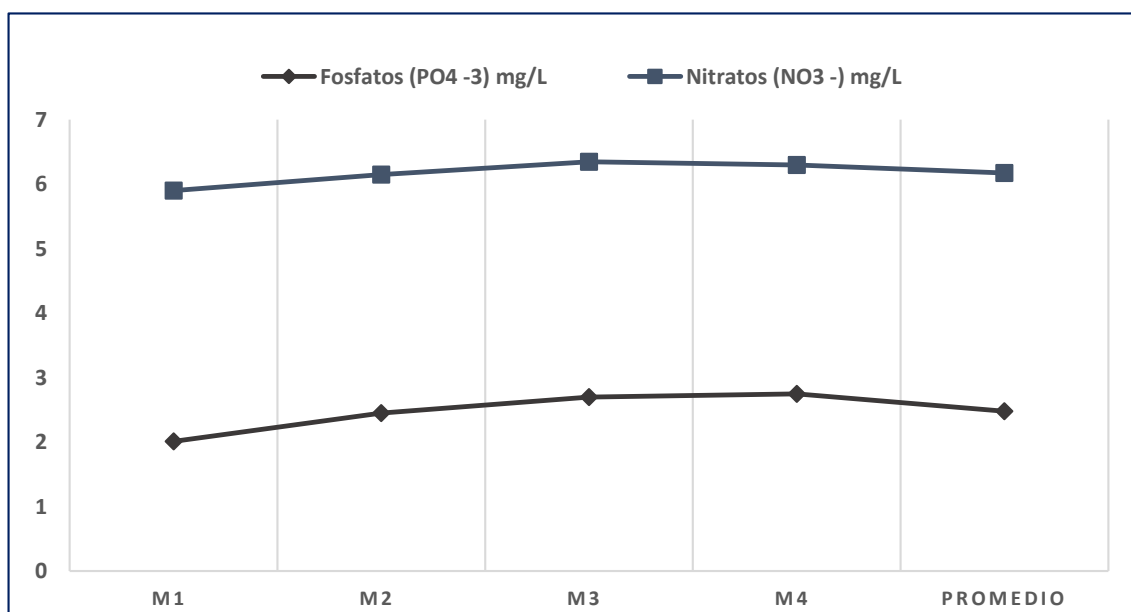


Figura 4
Concentracion de nitratos y fosfatos. Diciembre 2020

Interpretación:

Se observan los datos conseguidos del análisis efectuado en la quebrada, en el mes de diciembre del 2020. Para lo cual, se analizaron los siguientes parámetros:

- Los nitratos muestran un aumento significativo con respecto al muestreo anterior; siendo el valor máximo encontrado la muestra 3 con una cantidad de 6,35 mg/L, realizada en la tercera semana del mes. El aumento notable de este parámetro en la zona se debe al apogeo y el impacto que tienen las fiestas y/o eventos realizados en el mes, lo cual incrementa las actividades de ganadería y agricultura, y esto a su vez genera una gran cantidad de residuos que son desechados a las aguas de la quebrada causando contaminación.
- Por otro lado, los fosfatos muestran un ligero aumento también por las actividades que se efectúan en la zona.

Finalmente, se presenta una tabla resumen que sintetiza los resultados recopilados a lo largo de los tres meses de estudio. En dicha tabla, se observan incrementos progresivos a medida que transcurren los meses, alcanzando los niveles más elevados durante el mes de diciembre.

Tabla 5
Resumen de resultados

N°	Unidades	Octubre		Noviembre		Diciembre	
		Fosfatos	Nitratos	Fosfatos	Nitratos	Fosfatos	Nitratos
M1	mg/L	0,75	1,15	0,90	4,45	2,01	5,90
M2	mg/L	0,62	1,10	1,15	4,40	2,45	6,15
M3	mg/L	0,84	0,79	1,13	5,10	2,70	6,35
M4	mg/L	0,89	1,18	1,25	5,42	2,75	6,30
	Promedio	0,78	1,06	1,11	4,84	2,48	6,18

4.2. Nivel de influencia de la agricultura y ganadería en la calidad del agua de la quebrada Rumiycu

Tabla 6
Actividades humanas efectuadas en la quebrada

Actividad	Descripción
Ganadería	Crianza de ganado y siembra de pasto
Agricultura	Siembra de arroz
Agricultura	Siembra de maíz
Agricultura	Siembra de café

Tras la identificación de las actividades llevadas a cabo en la zona, se procedió a realizar una estimación aproximada de las cantidades asociadas a cada una de estas actividades en sus alrededores. A continuación, se detallan las cifras y cantidades obtenidas en este proceso de evaluación:

- Ganadería: Se calcula que, en la cercanía de la zona, la presencia de ganado alcanza alrededor de 50 cabezas. Esta población de ganado es generadora de residuos que potencialmente contribuyen a la contaminación del agua en la región.
- Agricultura de arroz: Se estima que en las áreas cercanas al lugar de estudio se dedican aproximadamente 20 hectáreas al cultivo de arroz. Es importante destacar que la práctica agrícola asociada a este cultivo, que incluye el uso de fertilizantes y plaguicidas, emerge como una fuente significativa de contaminación en el entorno.
- Agricultura de maíz: Aproximadamente se siembran unas 15 hectáreas de maíz. Al igual que con el arroz, el maíz requiere fertilizantes que contaminan el agua.
- Agricultura de café: Existen aproximadamente 30 hectáreas cultivadas de café en la zona. Los residuos del café, así como los químicos utilizados en su cultivo contaminan la quebrada.

Según estudios realizados, se ha observado a lo largo de muchos años que las actividades agrícolas y ganaderas en las cercanías de las quebradas Rumiyacu han provocado un desgaste irreversible de los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico. Este deterioro es evidente para los habitantes locales que consumen el agua de esta área, experimentando problemas de salud relacionados con el estómago y la piel. Entre los factores que contribuyen significativamente a esta problemática se encuentra el proceso migratorio de poblaciones humanas, que a su vez propicia el aumento de actividades generadoras de residuos que contaminan los cuerpos de agua. (EPS Moyobamba S.R.L. y Ministerio del Ambiente, 2013)

Tras la identificación de las actividades que inciden directamente en la zona de estudio, se llevaron a cabo monitoreos a lo largo de la quebrada para evaluar su impacto. Para establecer una base de comparación, se utilizaron las concentraciones de la naciente de la quebrada como punto de referencia, considerándola como fuente de agua más pura. El objetivo principal fue calcular el impacto o nivel de influencia de estas actividades en la calidad del agua. Este proceso incluyó la comparación de los valores obtenidos en la naciente con el promedio de cada punto de muestreo, proporcionando así una evaluación detallada de la variación y alcance de los efectos generados por las actividades identificadas.

Tabla 7
Variabilidad de la concentración de fosfatos y nitratos – octubre 2020

Parámetros	Unidades	Punto inicial	Promedio 1 muestreo
Fosfatos (PO_4^{-3})	mg/L	0,25	0,78
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	0,85	1,06

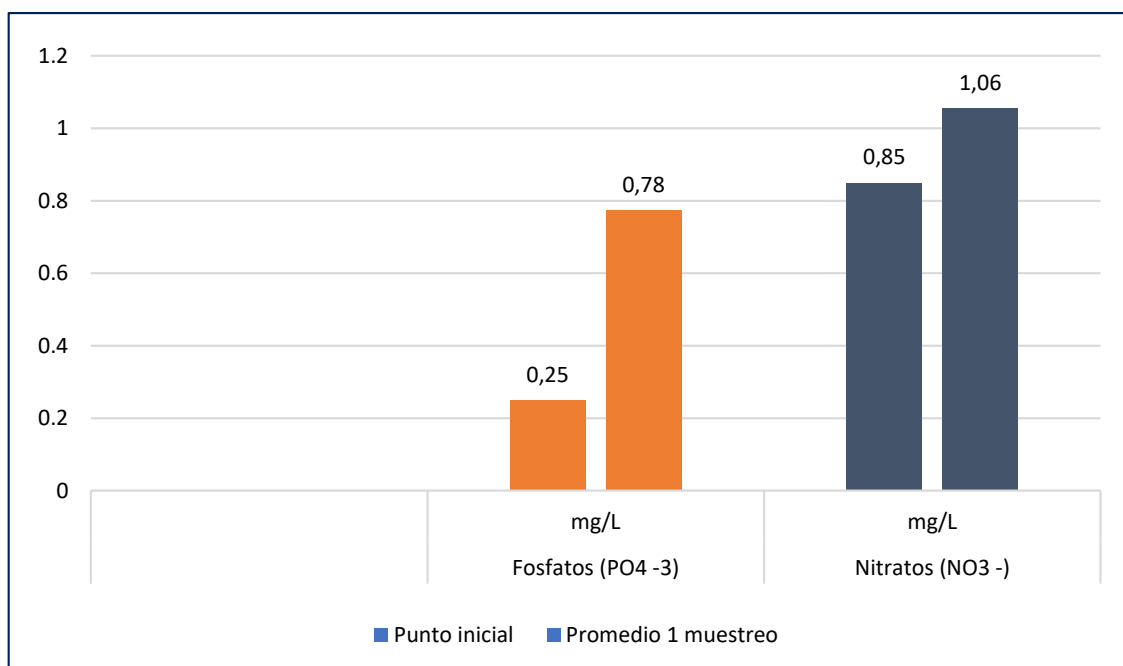


Figura 5
Variación 1° - muestreo octubre.

Interpretación:

Los parámetros analizados en la zona de la naciente de la quebrada Rumiyacu fueron sometidos a una comparación con la media de los datos obtenidos durante el primer muestreo realizado en octubre. Los resultados revelan que los fosfatos experimentaron un impacto más significativo, registrando un valor de 0,775, lo cual representa un aumento del 310%. En contraste, los nitratos mostraron una variación menos pronunciada en comparación con los datos de la naciente.

Este análisis sugiere que las actividades llevadas a cabo en la zona han incidido en las variaciones de los parámetros, aunque en este muestreo específico, no se observa una diferencia substancial. Es importante destacar que el aumento significativo en los fosfatos indica una posible influencia negativa de las actividades locales en la calidad del agua en esa área específica.

Tabla 8
Variación de la concentración de fosfatos y nitratos –noviembre 2020.

Parámetros	Unidades	Punto inicial	Promedio 2 muestreo
Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,38	1,11
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	0,90	4,84

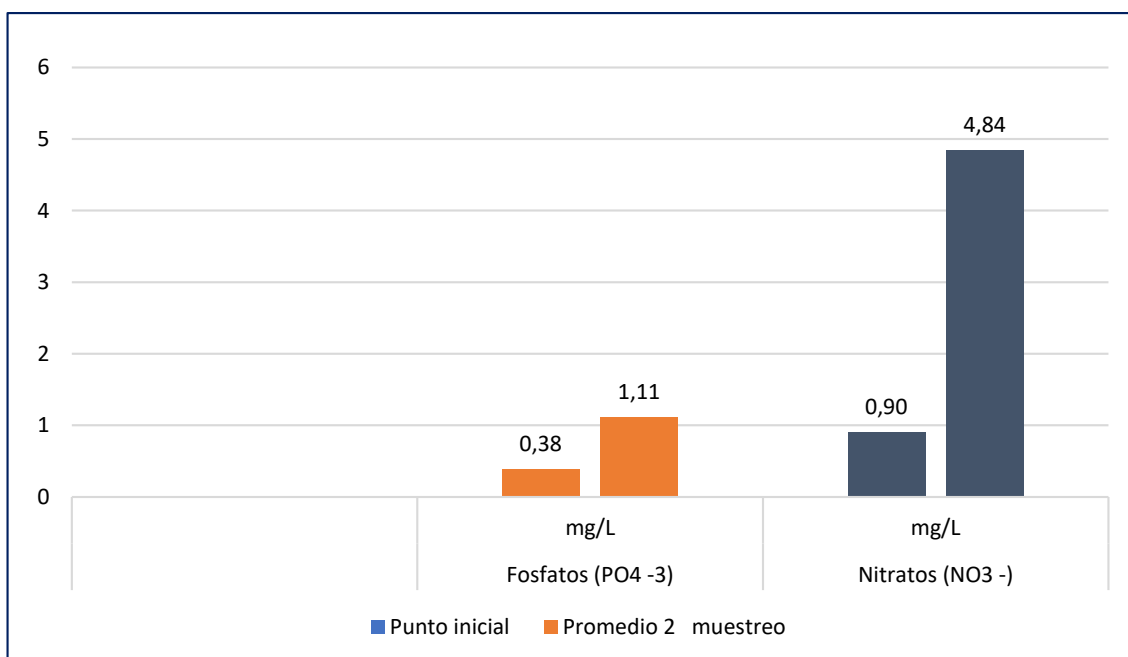


Figura 6
Variación 2° - muestreo noviembre.

Interpretación:

Los resultados obtenidos del análisis efectuado en la naciente de la quebrada fueron comparados con la media de los datos obtenidos durante el segundo muestreo realizado en noviembre. Los hallazgos indican que los fosfatos experimentaron un incremento de más del doble con respecto a los valores de la naciente, mientras que los nitratos registraron un aumento aún mucho más notable.

Estos resultados son concluyentes al evidenciar claramente las consecuencias de las diversas actividades llevadas a cabo en la zona, las cuales impactan directamente la calidad del agua. Este impacto se manifiesta de manera notoria a través del aumento considerable en los parámetros analizados. Es importante señalar que en las proximidades del punto 4, donde se registró el valor más alto, se identificó un área destinada al cultivo de arroz. Aunque se observa una alteración en los niveles de fosfatos, esta es de menor magnitud en comparación con el impacto más significativo y la contaminación evidente asociada a los nitratos durante esta época específica del año. Es crucial destacar que el lugar de cosecha de arroz próximo al punto de mayor concentración subraya la posible relación entre esta actividad específica y el incremento de nitratos en el agua. Este análisis subraya la necesidad de abordar de manera específica y urgente la gestión de actividades que puedan estar contribuyendo a la elevación de estos parámetros, especialmente en la época mencionada.

Tabla 9
Variación de la concentración de fosfatos y nitratos –diciembre 2020

Parámetros	Unidades	Punto inicial	Promedio 3 muestreo
Fosfatos (PO_4^{-3})	mg/L	0,41	2,48
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	0,91	6,18

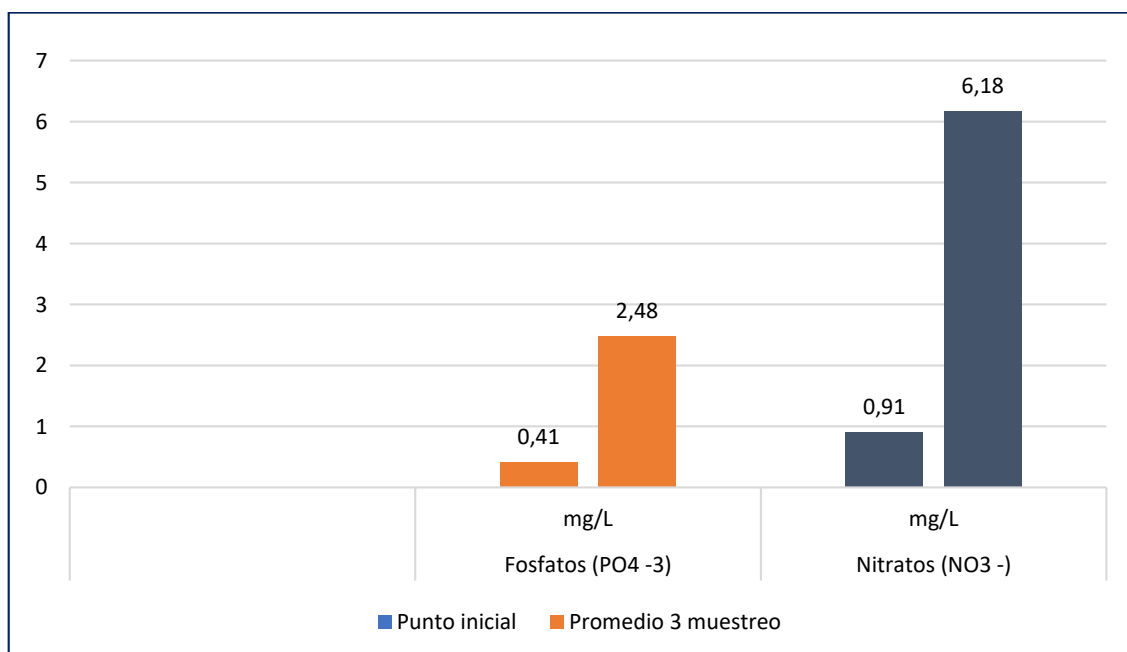


Figura 7

Variación 3° - muestreo diciembre.

Interpretación:

El gráfico proporciona una representación visual de los datos obtenidos en la naciente de la quebrada Rumiyacu, contrastándolos con la media de cada uno de los parámetros evaluados durante el tercer muestreo realizado en diciembre. Los resultados indican claramente que, como resultado de las diversas actividades llevadas a cabo en la zona, se ha producido un notable aumento en la concentración de contaminantes en dos parámetros críticos.

En cuanto a los fosfatos, se observa una cantidad significativamente superior en comparación con los muestreos previos, destacándose el impacto de los contaminantes cuando se comparan estos resultados con los valores obtenidos en la naciente. Por otro lado, en el caso de los nitratos, se evidencia un incremento drástico. Es importante señalar que las festividades celebradas en estas fechas tuvieron una influencia notable

en los resultados, ya que dieron lugar a actividades agrícolas y ganaderas adicionales. Como consecuencia de un manejo deficiente de residuos asociado a estas actividades festivas, se produjo un aumento significativo en la contaminación de las aguas de la quebrada. Estos hallazgos vuelven a subrayar la necesidad de abordar de manera prioritaria la gestión ambiental durante períodos festivos y eventos similares para prevenir impactos adversos en la calidad del agua.

4.3. Influencia de la actividad agrícola y ganadera, expresado mediante la valoración de los resultados obtenidos y compararlos con la normatividad ambiental vigente (Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles).

Se procedió a realizar una comparación de los resultados obtenidos en cada muestreo, tomando como referencia los límites establecidos de calidad ambiental. En específico, se compararon los promedios de cada muestra con las especificaciones de la categoría 3, subcategoría D1, que se relaciona con el riego de vegetales y bebida de animales. Asimismo, se evaluó la concordancia con las categorías de Límites Máximos Permisibles establecidos para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Tabla 10
Calidad de agua para consumo en el muestreo 1

Parámetros	Unidades	Promedio 1 muestreo	ECA – Bebida de animales	ECA - Riego de vegetales	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección – A1	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional – A2
Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,78	**	**	0,306	0,459
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	1,06	100	100	50	50

Nota: El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

Interpretación:

En base a lo establecido por los límites permisibles de calidad ambiental con fines de bebida de animales, riego de vegetales y con el fin de ser potabilizadas para consumo humano, por lo menos se deben cumplir algunas condiciones.

- En el caso de los fosfatos, su presencia en la categoría de "bebida para animales" se considera un parámetro que pasa desapercibido, dado que es poco probable que

afecte la salud de los animales. Similarmente, en la categoría de "riego de vegetales", la presencia de fosfatos no parece tener un impacto significativo en el crecimiento de las plantas. Por otro lado, al analizar las categorías relacionadas con las aguas potabilizables, se observa que el resultado obtenido en el primer muestreo supera la cantidad límite establecida. Esto indica una posible preocupación en términos de la calidad del agua destinada a la producción de agua potable.

- En cuanto a los nitratos, los resultados muestran niveles aceptables en todas las categorías, ya que se encuentran dentro de los límites permitidos. Esta situación sugiere que, hasta el momento del análisis, los niveles de nitratos no representan un riesgo significativo en términos de las categorías evaluadas.

Tabla 11
Calidad de agua para consumo en el muestreo 2.

Parámetros	Unidades	Promedio 2 muestreo	ECA – Bebida de animales	ECA - Riego de vegetales	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección – A1	Aguas que pueden ser potabilizada s con tratamiento convencion al – A2
Fosfatos (PO_4^{-3})	mg/L	1,1075	**	**	0,306	0,459
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	4,8425	100	100	50	50

Nota: El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Interpretación:

Teniendo en cuenta lo establecido por los límites permisibles de calidad ambiental para agua con fines de utilización para bebida de animales, riego de vegetales y con el fin de ser potabilizadas para consumo humano, mínimo se deben cumplir algunos requisitos.

- En el análisis de fosfatos, se observa que las concentraciones no exceden los límites establecidos en las categorías de "bebida para animales" y "riego de vegetales". Sin embargo, se registra un exceso con respecto a los límites establecidos en ambas categorías relacionadas con las aguas destinadas a ser potabilizadas.
- En contraste, los niveles de nitratos muestran una cantidad que se mantiene dentro de los límites permitidos en todas las categorías evaluadas, indicando que, hasta el momento del análisis, no representan un riesgo significativo en términos de las diferentes categorías consideradas.

Tabla 12
Calidad de agua para consumo en el muestreo 3.

Parámetros	Unidades	Promedio 3 muestreo	ECA – Bebida de animales	ECA - Riego de vegetales	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección – A1	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional – A2
Fosfatos (PO_4^{-3})	mg/L	2,4775	**	**	0,306	0,459
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	6,175	100	100	50	50

Nota: El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Interpretación:

En base a lo establecido por los límites de calidad ambiental para agua con fines de utilización para bebida de animales, riego de vegetales y con el fin de ser potabilizadas para consumo humano, mínimo se deben cumplir algunos requisitos.

- Los fosfatos presentan concentraciones que pasan desapercibidas en las categorías de "bebida para animales" y "riego de vegetales". No obstante, al considerar las categorías relacionadas con las aguas destinadas a ser potabilizadas, se evidencia que los niveles exceden el límite permitido.
- En cuanto a los nitratos, los resultados indican una cantidad aceptable en comparación con los límites establecidos. Sin embargo, es importante señalar que, aunque estos niveles se sitúan por debajo de los criterios de calidad ambiental para agua, que generalmente consideran contenidos superiores a 5 mg/L de NO_3^- como indicativos de contaminación (Sierra, 2011), existe cierto grado de contaminación por nitratos. Esta contaminación puede atribuirse a la presencia de residuos de aguas residuales domésticas o animales, subrayando la necesidad de abordar y controlar la posible fuente de polución en la zona evaluada.

Considerando los resultados previamente obtenidos y verificando la presencia de contaminación en el área de estudio, se presenta a continuación un plan para mitigar y/o detener la polución en el lugar de estudio.

4.4. Propuesta de programa para mitigar la contaminación en la zona de estudio.

El presente estudio ha identificado actividades que constituyen un problema complejo, contribuyendo a la contaminación del agua en la zona de San Vicente. Es crucial diseñar

un programa de gestión ambiental en consonancia con los resultados, con el objetivo de mitigar el impacto de estas actividades en las aguas de la quebrada.

En la búsqueda del crecimiento económico, los habitantes de esta zona desarrollan diversas actividades agrícolas, como la siembra de café, maíz y otros cultivos, así como la crianza de aves y ganado, generando un impacto negativo en la conservación de las aguas de la microcuenca. Estas actividades antropogénicas contribuyen significativamente a la contaminación existente.

La información recopilada de las familias residentes en la zona revela aspectos relevantes:

- El suministro de agua se realiza mayoritariamente a través de sistemas de tuberías en aproximadamente el 85% de las familias de San Vicente. No obstante, casi todas las familias también utilizan el agua de la quebrada.
- Las actividades productivas predominantes son el cultivo de café como actividad principal, seguido del cultivo de maíz, y algunos habitantes se dedican al cultivo de cacao en áreas pequeñas.
- En cuanto a la crianza de aves y ganado, se identifica que las familias en San Vicente practican esta actividad en pequeña escala. Sin embargo, durante festividades, la práctica se intensifica, generando escorrentía que contribuye a la contaminación de la quebrada.

Los habitantes informan que, en temas de conservación de las aguas de la microcuenca, reciben ocasionalmente apoyo técnico y orientación de la EPS-Moyobamba, así como orientación del PEAM y del ARA. Para mitigar la contaminación, se sugiere reforzar estas charlas y capacitaciones, realizándolas de manera periódica. Aunque los parámetros analizados no superan significativamente los límites permisibles de los estándares de calidad de agua, es esencial cuidar y preservar este recurso (Ayala, 2017).

En relación al conocimiento sobre normas legales ambientales y de conservación del bosque, solo algunos pobladores tienen conocimiento de su existencia. Por esta razón, implementar un programa de Educación Ambiental para los agricultores de la zona se presenta como una alternativa efectiva, en conjunto con las capacitaciones y orientaciones proporcionadas por la EPS-Moyobamba, PEAM y ARA.

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)

Las actividades primarias responsables del impacto en la zona son la agricultura y la ganadería. Sin embargo, según los resultados obtenidos, la actividad agrícola de siembra de arroz, maíz y café emerge como la principal fuente de alteración e influencia en el aumento de los niveles de nitratos en el agua.

En respuesta a estos impactos potenciales, se propone la creación de un Programa de Gestión Ambiental (PGA). Este programa se configura como un documento técnico integral que alberga un conjunto estructurado de medidas con el objetivo de prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos.

Objetivos

- Establecer y recomendar estrategias de formación que capaciten a los pobladores de la zona en educación ambiental, con el fin de reducir los impactos ambientales negativos que resultan de las actividades sobre la calidad físico, química y biológica del agua.
- Establecer y recomendar estrategias de expansión e información sobre la ejecución de este programa.
- Estructurar acciones para mantener la sostenibilidad del programa a lo largo del tiempo.

Estrategias de control

Para la ejecución de esta propuesta, se plantean las siguientes estrategias:

- Estrategia de Formación:

La estrategia consiste en capacitar a los pobladores de la zona a través de unos talleres dinámicos y los temas a desarrollar serán:

- ✓ Organización comunitaria
- ✓ Administración integral de recursos hídricos.
- ✓ Análisis y reconocimiento de la quebrada Rumiyacu

Para llevar a cabo estos talleres, se llevarán a cabo presentaciones visuales mediante diapositivas, con el objetivo de asegurar que los pobladores comprendan de manera clara y precisa los temas a tratar. Además de las charlas, se implementarán campañas educativas destinadas a promover una cultura de limpieza, cuidado y mantenimiento de la quebrada. Este enfoque integral tiene como meta generar una población consciente y comprometida con la preservación de este recurso hídrico.

- **Estrategia de expansión**

Al elaborar la estrategia de expansión, se llevará a cabo una comunicación efectiva con la comunidad a la que está dirigido el programa. Este enfoque tiene como objetivo prevenir o controlar situaciones que puedan representar una amenaza para el desarrollo del proyecto. La información proporcionada servirá para fortalecer la comprensión y apoyo de la comunidad, contribuyendo así a la sostenibilidad y éxito continuo del programa.

Algunas de las actividades que se desarrollarán son:

- ✓ Volantes informativos acerca del avance del programa
- ✓ Cartas dirigidas a la junta de la comunidad
- ✓ Centro de atención con horarios fijos para los pobladores que tengan dudas acerca del proyecto o el tiempo de ejecución.

Esta estrategia tiene como finalidad generar confianza al poblador y a su vez permitir una verdadera participación del centro poblado.

- **Estrategia de participación y organización**

Esta estrategia tiene como objetivo establecer una comunidad activa y comprometida en todas las actividades asociadas al programa. Buscamos que los habitantes no solo participen, sino que también tengan una influencia significativa y capacidad de decisión en la ejecución, seguimiento y sostenibilidad del programa. La intención es empoderar a la comunidad para que juegue un papel central en todas las fases del programa, promoviendo así su participación y el éxito a largo plazo.

Para esto se aplicarán dos estrategias:

- ✓ Acercamiento y capacitación personalizada a los líderes de la comunidad, con la finalidad de generar un interés en ellos, acercamiento a la población y para contar con su apoyo durante la ejecución del mismo.
- ✓ Socialización del programa tanto en la parte técnica y social, para esto se conformará un comité con el fin de fortalecer los procesos de control y lograr la participación de la mayoría de los pobladores de la zona.
- ✓ Participación más activa con la EPS- Moyobamba, PEAM y ARA, ya que se buscará una coordinación interinstitucional en actividades que puedan contribuir en la realización del programa.

4.5. Discusión de resultados.

Según los hallazgos de diversos autores, como Rojas et al. (2020), quienes abordaron la problemática de contaminación por nitratos y fosfatos derivados de la actividad agrícola en la cuenca baja del río Mayo, ubicada en el estado de Sonora, México. En este estudio identificaron a la agricultura como la principal fuente de contaminación. Los resultados obtenidos indican claramente que la práctica de la actividad agrícola en esta zona conlleva un aumento en las aportaciones de sustancias, superando los límites permitidos. Aunque los niveles de incremento son considerablemente altos, la presente investigación en la quebrada Rumiyacu muestra una situación similar, aunque los valores no superan los límites establecidos. Sin embargo, se evidencia una afectación en términos del aumento de nitratos y fosfatos debido a las actividades agrícolas y ganaderas en la zona.

Así mismo, según el estudio de Lu et al. (2023), quienes analizaron el progreso en el manejo de la contaminación agrícola no puntual en China, si bien se han observado avances en políticas, tecnologías y prácticas, aún persisten importantes brechas y desafíos, como la falta de sistemas de información, coordinación interinstitucional, medición sistemática del problema y tratamiento efectivo de los contaminantes. Los autores señalaron que se requiere un enfoque integral para abordar este tipo de contaminación, considerando las características particulares de la agricultura china. Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar un manejo integral y adaptado a las realidades locales para abordar de manera efectiva la problemática de la contaminación agrícola, tal como se aborda en la presente investigación sobre la quebrada Rumiyacu.

Considerando los descubrimientos de Ligarda (2021), en la microcuenca del Río Chumbao en Perú, el autor demostró que las actividades agropecuarias, como la agricultura y la ganadería, tienen un impacto directo en la calidad del agua, así mismo, los resultados obtenidos en la quebrada Rumiyacu también reflejan la presencia significativa de nitratos y fosfatos, posiblemente relacionados con las prácticas de fertilización y gestión de residuos. Aunque los niveles no exceden los límites establecidos, se visualizó una tendencia al aumento de estos contaminantes, especialmente durante períodos de mayor actividad agrícola y ganadera. Esto resalta la importancia de implementar medidas de gestión sostenible de los recursos hídricos y las prácticas agropecuarias, lo cual es crucial para evitar un mayor deterioro de la calidad del agua y sus posibles efectos adversos en la salud y el bienestar de la comunidad.

En la investigación realizada por Santa Cruz (2021), se evaluaron los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos del distrito de Soritor, específicamente en el río Tonchima. El estudio abordó la identificación de la "zona de influencia" afectada por la agricultura arrocerá, seleccionando puntos de muestreo y fechas estratégicas para recolectar muestras. Se midieron parámetros como nitratos, fósforo y compuestos derivados de agrotóxicos. Los hallazgos indicaron incumplimientos en algunos parámetros respecto a los estándares establecidos, concluyendo que la dinámica agrícola arrocerá en Shica, Soritor, impacta directamente en los niveles de contaminación del río Tonchima. Estos resultados guardan similitud con los obtenidos en la presente investigación en la quebrada Rumiyacu, donde se evidenció la influencia de las actividades agrícolas, como el cultivo de arroz, en el aumento de nitratos y fosfatos durante los períodos de mayor actividad. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar medidas de manejo sostenible en las prácticas agrícolas para mitigar el impacto en la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu, tal como se recomienda en el estudio de Santa Cruz.

CONCLUSIONES

Se evidenció que las actividades llevadas a cabo en la zona de San Vicente ejercen una influencia directa en la concentración de contaminantes presentes en la quebrada. Durante el mes de diciembre, se registraron los valores más elevados, alcanzando 6,35 mg/L para los nitratos y 2,75 mg/L para los fosfatos. Estos resultados indican un aumento significativo en la presencia de estos contaminantes, posiblemente relacionado con las festividades y las prácticas agrícolas intensificadas en ese período.

Los valores promedio de los parámetros medidos en la quebrada Rumiyacu fueron los siguientes: 4,024 mg/L para nitratos y 1,453 mg/L para fosfatos. Estos resultados brindan una visión general de las concentraciones presentes en la quebrada, destacando la presencia significativa de nitratos y fosfatos en el agua.

El impacto generado por las actividades realizadas en la zona se refleja con una evaluación significativamente elevada en el tercer muestreo, realizado durante el mes de diciembre. En este periodo, la actividad agrícola, enfocada en la siembra de arroz, maíz y café, contribuyó al aumento de los niveles de nitratos. Por otro lado, la crianza de ganado se asoció con la alteración de los niveles de fosfatos en la quebrada. Estos resultados indican claramente la conexión directa entre las actividades específicas y los cambios en la calidad del agua.

Los niveles de nitratos se mantuvieron dentro de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental para el agua. En contraste, los fosfatos superaron el límite permitido en las categorías destinadas a aguas potabilizables. No obstante, en las categorías específicas de bebida para animales y riego de plantas, los niveles se encuentran dentro de los parámetros aceptados. Estos resultados señalan la necesidad de abordar específicamente la presencia de fosfatos en las aguas destinadas al consumo humano, mientras que las otras categorías muestran niveles aceptables de este compuesto.

RECOMENDACIONES

A la población que vive en el sector de San Vicente, tomar conciencia y medidas respecto al uso del agua de la quebrada, con fines económicos, ya que con el tiempo perjudicarían sus cultivos y a sus animales.

A las autoridades, se les recomienda incentivar el cuidado de la quebrada, brindando charlas y capacitaciones sobre el manejo de residuos y vertimientos de usos agrícolas y ganaderos, de manera periódica.

A la Administración Local del Agua – Alto Mayo, realizar monitoreos y estudios detallados de las condiciones en la que se encuentran las aguas de la quebrada Rumiyacu.

Las autoridades y entidades involucradas (ARA, PEAM y EPS- Moyobamba) deberían fomentar la agricultura orgánica, así disminuiría el uso de fertilizantes y químicos que contaminan la calidad del agua.

A los futuros investigadores, indagar exhaustivamente en este tema durante otros meses del año, considerando las estaciones de lluvias y secúas, a fin de evaluar si estas condiciones tienen influencia en las variaciones de las concentraciones de los parámetros analizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUAE (2018). La Naturaleza, al servicio del agua. Recuperado de: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/la-naturaleza-al-servicio-del-agua-tema-del-dia-mundial-del-agua-2018/>
- Arias, E. (2001). Alcantarillado y Drenaje Pluvial. (Vol. Tomo 1). Lima. <http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31629>
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2018). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2440>
- Ávila, J. (2015). Evaluación de la remoción de nitratos y fosfatos a nivel laboratorio por microalgas libres e inmovilizadas para el Tratamiento Terciario de Aguas Residuales Municipales (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma. Perú.
- Ayala, M. (2017). Uso del territorio y la calidad de agua en las microcuencas Rumiyacu y Mishqiyacu para una gestión eficiente de los recursos hídricos, Moyobamba (Tesis de maestría). Universidad Nacional de San Martín. Perú.
- Blancas, C. y Hervás, C. (2001). Contaminación de las aguas por nitratos y efectos sobre la salud. Consejería de Salud. <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/saludyconsumo/areas/entornos-saludables/salud-ambiental/paginas/contaminacion-aguas-nitratos.html>
- Brack, A. (1987). Pobreza y Manejo Adecuado de los Recursos en la Amazonía Peruana. Revista Andina 29. Año 15, Nº 1, Julio 1997. Cuzco, Perú.
- CENTRO DE RECURSOS NATURALES (2008). Situación en Navarra de la contaminación de las aguas por nitratos y pesticidas. ONA Industria Gráfica S.A. Iruña.
- Chavez, I. (2017). Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales. Artículo científico. Ciencias ambientales. Vol 3. Ecuador.
- Deago, E. (2014). Desnitrificación biológica usando sustratos sólidos orgánicos naturales como donante de electrones y fuente de carbono (Tesis Doctoral). Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Quispe, T. (2022). La agroecología como alternativa para el desarrollo sostenible y sustentable. CIENCIAMATRIA, 8(14), 33-45. <https://doi.org/10.35381/cm.v8i14.605>

- EPS Moyobamba S.R.L. y Ministerio del Ambiente. (2013). Proyecto Conservación Microcuencas: la EPS Moyobamba ejecuta proyecto ambiental. <https://www.epsmoyobamba.com.pe/proyecto-conservacion-microcuencas>
- ENCICLOPEDIA DE CONCEPTOS (2019). Agricultura. Recuperado de: <https://concepto.de/agricultura/2019>
- EFEVERDE. (2019). Contaminación agua. La agricultura y la ganadería, las actividades primarias que más contaminan el agua. Recuperado de: <https://www.efeverde.com/noticias/contaminacion-agua-agricultura-ganaderiafao/2019>
- ESCUELAPEDIA. (2019). Fosfatos contaminantes. Recuperado de: <http://www.escuelapedia.com/fosfatos-contaminantes/2019>
- FAO. (2019). Capítulo 1 - Contaminación agrícola de los recursos hídricos. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/W2598S/w2598s03.htm>
- FAO. (2019). Perspectivas para el medio ambiente. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm.2019>
- Greenpeace (2007). Calidad del Agua. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/aguas/calidad-del-agua>
- Huamán, M. (2017). Determinación de la concentración de nutrientes N, P, K y Ca en el compost producido a partir de residuos sólidos orgánicos de mercados populares y residencias en la zona urbana y del mercado de Huaraz - Ancash, mediante la modificación de la técnica de diseño estructural. ALICIA. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_cce93e5f652aa13dedbcea6d706e97d8lagua (2019). ¿Qué es la contaminación del agua? Recuperado de: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>
- IDEAM (2019). Evaluación del recurso hídrico. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1>
- Intagri S.C. (2015). Lixiviación de Nitratos en la Agricultura. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/lixivacion-de-nitratos-en-agricultura.2015>
- Kapoor, A. y Viraraghavan, T. (1997). Nitrate removal from drinking water Review. Journal of Environmental Engineering-Asce, 123 (4), 371-380. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(1997\)123:4\(371\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(1997)123:4(371))

- Tintorería y Lavandería. (2019). Jabones y Detergentes. Contaminación de las aguas por fosfatos. Recuperado de: <https://www.tintoreriaylavanderia.com/lavanderia/jabones-y-detergentes/269-contaminaguas.html>
- Ligarda, C. (2021). Incidencia de las actividades agropecuarias en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020. Universidad Andina del Cusco. Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4545>
- Lu, Y., Wang, C., Yang, R., Sun, M., Zhang, L., Zhang, Y., & Li, X. (2023). Research on the Progress of Agricultural Non-Point Source Pollution Management in China: A Review. *Sustainability*, 15, 13308. <https://doi.org/10.3390/su151813308>
- Mateju, V., Cizinska, S., Krejci, J., & Janoch, T. (1992). Biological Water Denitrification – a Review. *Enzyme and Microbial. Technology*, 14(3), 170-183. [https://doi.org/10.1016/0141-0229\(92\)90062-S](https://doi.org/10.1016/0141-0229(92)90062-S)
- Ministerio del Ambiente. (2021). Sistematización de Aprendizajes del Diseño e Implementación del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba: periodo 2007-2014. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/1685217-sistematizacion-de-aprendizajes-del-diseno-e-implementacion-del-mecanismo-de-retribucion-por-servicios-ecosistemicos-de-moyobamba-periodo-2007-2014>
- Pacheco, J., y Cabrera, A. (2003). Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas. *Ingeniería*, 7(2), 47-54. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46770204>
- Palomares, A. (s.f.). Contaminación del agua por nitratos y técnicas para su tratamiento. *Esfera de Agua*. <https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-por-nitratos-y-tecnicas-para-su-tratamiento>.
- Reyner, K. (2019). La ganadería en el Perú. Monografías. Recuperado de: <https://www.monografias.com/trabajos59/la-ganaderia/la-ganaderia.shtml>
- Rojas I., Coronado, M., Rossetti, S., y Beltrán, F. (2020). Contaminación por nitratos y fosfatos provenientes de la actividad agrícola en la cuenca baja del río Mayo en

- el estado de Sonora, México. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 247-256.
<https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.642>
- Sáez, W. (2019). Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2388>
- Santa Cruz, E. (2021). Determinación de los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos de la dinámica agrícola arrocerá, distrito de Soritor, provincia Moyobamba, 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín.
<http://hdl.handle.net/11458/4072>
- Sepúlveda, A., Gonzales, E., Inostroza, C. (2011). Remediación de la contaminación por nitratos en el suelo: antecedentes generales y pertinencia en zona sur de Chile. (Tesis de pregrado). Gestión Ambiental. Valdivia.
- Sierra, C. (2011). Calidad del agua: evaluación y diagnóstico. (1ra edición). Colombia: Ediciones de la U. <http://hdl.handle.net/11407/2568>
- Tuesta, J. (2020). Efectos ambientales de la actividad agrícola y ganadera en la prestación del servicio de agua potable en la microcuenca Juningullo La Mina, Cajamarca 2020. Tesis de maestría, Universidad César Vallejo.
- Vergara, M. (2002). Índices de Calidad de Agua y Diversidad Ictiológica como indicadores de Ecogestión del Río Mayo- Región San Martín- Perú. Tesis para optar el Grado de Master en Ciencias. Universidad Nacional de Trujillo.

ANEXOS

Anexo 01. Panel fotográfico

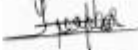





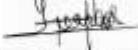





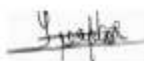
Anexo 02. Registro de asistencia a laboratorio de Ingeniería Sanitaria – UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARIA
REGISTRO DE ASISTENCIA AL LABORATORIO

Fecha	Hora de ingreso	Hora de salida	Nombre usuario	Firma responsable
7/10/2020	08:30 a.m.	11:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
14/10/2020	08:30 a.m.	11:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
21/10/2020	08:30 a.m.	11:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
28/10/2020	08:30 a.m.	11:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
4/11/2020	03:00 p.m.	06:00 p.m.	Alexander Ugaz García	
11/11/2020	03:00 p.m.	06:00 p.m.	Alexander Ugaz García	
18/11/2020	03:00 p.m.	06:00 p.m.	Alexander Ugaz García	
25/11/2020	03:00 p.m.	06:00 p.m.	Alexander Ugaz García	
2/12/2020	03:00 p.m.	06:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
9/12/2020	03:00 p.m.	06:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
16/12/2020	03:00 p.m.	06:30 p.m.	Alexander Ugaz García	
23/12/2020	03:00 p.m.	06:30 p.m.	Alexander Ugaz García	

Atte.



Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiycacu, sector San Vicente, Moyobamba

por Alexander Ugaz García

Fecha de entrega: 11-feb-2025 11:44a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2585782894

Nombre del archivo: Alexander_Ugaz_Garc_a_-_12.12.2024_1.docx (5.14M)

Total de palabras: 12325

Total de caracteres: 68987

Impacto de la actividad agrícola y ganadera en el nivel de concentración de nitratos y fosfatos en las aguas de la quebrada Rumiayacu, sector San Vicente, Moyobamba

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

tesis.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

issuu.com

Fuente de Internet

1%

6

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

1%

9

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

1%

10

www.intagri.com

Fuente de Internet

1%

11

tesis.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%