Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martín, 2016"

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Bach. Oswaldo Reátegui García

ASESOR:

Ing. M. Sc. Yrwin Francisco Azabache Liza

Código N°115120

Moyobamba- Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martín, 2016"

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Bach. Oswaldo Reátegui García

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 07 de noviembre de 2017

Blgo. Alfredo Iban DÍAZ VISITACIÓN **Presidente**	**Ing. Juan José PINEDO CANTA** **Secretario**
Ing. Alfonso ROJAS BARDALES **Miembro**	**Ing. M. Sc. Yrwin Francisco AZABACHE LIZA** **Asesor**

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Oswaldo Reátegui García,** identificado con DNI N°48138881, egresado de la Facultad de Ecología, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la Tesis titulada: **"Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martín, 2016"**

Declaro bajo juramento que:

1. La Tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de nuestras acciónes se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 14 de mayo del 2018.

Oswaldo Reátegui García
DNI N°48138881

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Reátegui García Oswaldo	
Código de alumno : 115120	**Teléfono:** 991829263
Correo electrónico : reátegui_178@hotmail.com	**DNI:** 48138881

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: Ecología
Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo: "Determinación de la calidad del agua de la laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia de San Martín, 2016"
Año de publicación: 2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA"**.

Rategui

.....

Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

18 / 05 / 2018

.....

Firma del Responsable de Repossitorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A mis padres Grimaldo y María por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos, por lo que estoy infinitamente agradecido.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo y comprensión en el proceso de mi formación profesional, otorgándome apoyo moral y económico para cumplir y culminar mis objetivos planteados cuando inicie la carrera universitaria.

A mi asesor Ing. Yrwin Francisco Azabache Liza, por su comprensión y guiado a lo largo de la elaboración de esta tesis, por su infinita paciencia y tiempo dedicado.

A la Universidad Nacional de San Martin – Facultad de Ecología y sus docentes que a lo largo de cinco años se tomaron el tiempo de compartir sus conocimientos en cada uno de nosotros, con la única misión de aplicar ichos conocimientos en nuestra sociedad y poder adecuarla por el bien de todos.

ÍNDICE

Pág.

CARATULA……. i

DEDICATORIA……... vi

AGRADECIMIENTO……..... vii

ÍNDICE …… viii

ÍNDICE DE TABLAS……... xi

ÍNDICE DE FIGURAS…….. xii

ÍNDICE DE ANEXOS…….. xiii

RESUMEN xiii

ABSTRACT.....xiv

INTRODUCCIÓN 1

Planteamiento del Problema 2

Formulación del Problema.....2

Objetivos.....3

Objetivo General.....3

Objetivos Específicos 3

Justificación de la Investigación 3

CAPÍTULO I: 4

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....4

1.1. Antecedentes de la Investigación.....4

1.2. Bases Teóricas 7

1.2.1. La actividad agrícola y su impacto en los recursos hídricos.....7

1.2.2. Recursos, suelo y agua.....9

1.2.3. Definición de Calidad del Agua.....11

1.2.4. Uso agrícola del agua.....14

1.2.5. Índice de Calidad del Agua General “ICA” 16

1.2.Definición de términos básicos 20

CAPITULO II: 24

MATERIALES Y MÉTODOS 24

2.1. Sistema de Hipótesis 24

2.2. Sistema de Variables 24

2.3. Tipo de Método de la Investigación 24

2.3.1. De acuerdo a la orientación. 24

2.3.2. De acuerdo a la técnica de contrastación: 24

2.4. Diseño de Investigación 24

3.5. Población y muestra 25

3.6. Técnicas de recolección y procesamiento de datos 25

CAPITULO III: 26

RESULTADOS 26

3.1. Agroquímicos de mayor uso en la zona de estudio: 26

3.2. Variación de las características físico-químicas y biológicas del agua en la zona de estudio: 27

3.3. Variación de los parámetros para la determinación del ICA: 51

3.4. Cálculo del índice de calidad del agua 60

3.5.Discusión de Resultados 62

CONCLUSIONES 66

RECOMENDACIONES 68

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 69

ANEXOS 72

Anexo 01: Puntos de monitoreo de la quebrada Pucayacu. 72

Anexo 02: Fotografía del punto 01 de la quebrada Pucayacu. 72

Anexo 03: Análisis de pH en punto 03 de área de estudio 73

Anexo 04: Reactivo Hach Nitrate, para la determinación de nitratos. 73

Anexo 05: Medición de fosfatos en la zona de estudio, punto 03 74

Anexo 06: Recolección de muestras para el análisis de DBO_5 en el punto 02..... 74

Anexo 07: Análisis de Alcalinidad con el instrumento Hanna Cheker 75

Anexo 08: Reacción química para la determinación de oxigeno disuelto..... 75

Anexo 09: Estándares de Calidad Ambiental DS 004- 2017 MINAM..... 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Forma de cálculo del ICA. 19
Tabla 2: Clasificación del “ICA” 19
Tabla 3: Agroquímicos utilizados en el área total de la quebrada 26
Tabla 4: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 27
Tabla 5: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 29
Tabla 6: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 30
Tabla 7: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 32
Tabla 8: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 33
Tabla 9: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 35
Tabla 10: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 36
Tabla 11: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 38
Tabla 12: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 39
Tabla 13: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 41
Tabla 14: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 42
Tabla 15: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 44
Tabla 16: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 45
Tabla 17: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 47
Tabla 18: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 48
Tabla 19: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 50
Tabla 20: Variación de la turbiedad 51
Tabla 21: Variación del pH 52
Tabla 22: Variación del fosfato 53
Tabla 23: Variación del nitrato 54
Tabla 24: Variación de la temperatura 55
Tabla 25: Variación del DBO 56
Tabla 26: Variación de los Sólidos Totales Disueltos 57
Tabla 27: Variación del Oxígeno Disuelto 58
Tabla 28: Variación de los Coliformes totales 59
Tabla 29: Índice de Calidad del agua de la quebrada Pucayacu 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Países dependientes del agua de regadío 15
Figura 2: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 28
Figura 3: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 29
Figura 4: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 31
Figura 5: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 32
Figura 6: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 34
Figura 7: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 35
Figura 8: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 37
Figura 9: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 38
Figura 10: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 40
Figura 11: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 41
Figura 12: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 43
Figura 13: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 44
Figura 14: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1 46
Figura 15: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2 47
Figura 16: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 49
Figura 17: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 50
Figura 18: Variación de la turbiedad UNT 52
Figura 19: Variación del pH 53
Figura 20: Variación del fosfato mg/L 54
Figura 21: Variación del nitrato mg/L 55
Figura 22: Variación de la temperatura °C 56
Figura 23: Variación del DBO mg/L 57
Figura 24: Variación de los Sólidos Totales Disueltos mg/L 58
Figura 25: Variación del Oxígeno Disuelto mg/L 59
Figura 26: Variación de los Coliformes totales UFC/100 mL 60

RESUMEN

En la determinación de la Calidad del Agua de la Laguna Azul, influenciado por la Actividad Agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martin, 2016, se han tomado cuatro puntos de monitoreo, realizado durante cuatro meses, a lo largo de la quebrada, existiendo dentro del recorrido una actividad agrícola (siembra de arroz), el riego y la lixiviación de esta en los puntos intermedios han influido en los resultados expresados, desde un punto inicial antes de la actividad hasta la desembocadura de la misma en la laguna Azul, tomando en cuenta los siguientes parámetros: temperatura, pH, turbidez, solidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno (DBO_5), Demanda Química de Oxigeno (DQO) y Coliformes Totales; los cuales fueron necesarios para calcular su calidad, mediante la teoría de pesos asignados de Brown, encontrando el valor igual a 59.98, estando dentro de la clasificación de agua regular; siendo poco apta para consumo humano, así mismo, se han determinado los agroquímicos que se utilizaron siendo: Edonal, Bazuca, Cipermex, los abonos: Abono foliar 20-20 y urea.

Se ha demostrado la relación que se establece entre la calidad del agua y la utilización de los agroquímicos, es fundamental y directamente proporcional a su utilización, pues los parámetros varían en función al punto central de utilización de los fertilizantes, concluyendo que las actividades agrícolas, como la siembra y cosecha de arroz, influyen negativamente en las escorrentías superficiales de agua, como la quebrada Pucayacu, las mismas que se expresan en función de sus parámetros.

Para la alarmante clasificación de la quebrada, es recomendable realizar un proceso de informar y concientizar a los pobladores cercanos, pues no se encuentra apta para consumo humano, esta necesitaría en todo caso un tratamiento primario antes de su consumo.

Palabras clave: agroquímicos, escorrentías, fertilizantes, lixiviado.

ABSTRACT

In determining the water quality of the Blue Lagoon in the Pucayacu Creek, Sauce District, Province of San Martin in 2016, as influenced by agricultural activity, four location points were monitored over a period of four months, where agricultural activity (rice sowing) exists along the route and the irrigation and leaching ofrice in the intermediate points have influenced the stated results, from a starting point before the activity to the mouth of the Blue Lagoon, taking into account the following parameters: temperature, pH, turbidity, total dissolved solids, nitrates, phosphates, disolved oxygen, biochemical oxygen demand (BODS), chemical oxygen demand (COD) and total coliforms; which were necessary to calculate their quality, by applying Brown's theory of assigned weights, finding the value equal to 59.98, falling within the classification of regular water, unsuitable for human consumption; also, the agrochemicals used were determined: Edonal, Bazuca, Cipermex, foliar fertilizer 20-20 and Urea.

The relationship established between water quality and the use of agrochemicals has been proven to be fundamental and directly proportional to their use, since the parameters vary according to fertilizer use, concluding that agricultural activities, such as sowing and harvesting rice, have a negative intluence on surface water runoff, such as the Pucayacu strearn, which are expressed according to their parameters.

Due to the alarming classification of the ravine, it is recommended to initiate a process of infarming and raising awareness ofthe nearby inhabitants, since it is not suitable far human consumption; it would need in any case a primary treatment befare its consumption.

Key words: agrochemicals, runoff, fertilizers, leachate.

INTRODUCCIÓN

En el Distrito de Sauce la tecnología de los cultivos sigue siendo incipiente, pues, no se toma en cuenta el análisis de suelos para determinar niveles de fertilización, en cuanto a dosis y oportunidad de aplicación, pues el índice de agricultores que aplican fertilizantes, a partir de las recomendaciones técnicas, es muy bajo. La falta de conocimiento y conciencia sobre los efectos que estos provocan en el suelo y el agua ya sea superficial o subterránea, son demostrados por la calidad del agua y el grado de saturación de ciertos compuestos existentes en la, por la presencia de compuestos que se escurren o vierten directamente al cauce.

Toda esta problemática según la FAO (2013), empeora la escasez al reducir la cantidad de agua segura para el consumo humano. Los mismos factores provocan hipoxia (agotamiento del oxígeno) en los estuarios y aguas costeras, lo que afecta a la pesca y al resto de vida acuática e impactan de manera negativa en la integridad del ecosistema; es por ello que se ha tornado un problema fundamental y se hace necesario determinar cómo fundamental los parámetros más resaltantes, los mismos que serán de gran importancia para determinar el índice de calidad de agua; como recomienda (Mendoza, 2012) que el control de la calidad del agua debe permitir no sólo constatar la calidad, sino también suministrar la información necesaria para llevar a cabo las medidas correctivas inmediatas o a mediano plazo, para que la calidad sea mantenida o efectivamente lograda.

Es alarmante la idea de contaminar indiscriminadamente el agua, sin saber racionalizarla o utilizarla de la mejor forma, en la presente investigación se realizara por ende la descripción de la influencia que tiene la utilización de agroquímicos en el agua vertida, y los valores que se estudiaran de acuerdo a los parámetros físicos químicos y biológicos, así pues con todo ello poder determinar la calidad del agua de la quebrada, la cual es una vertiente directa de la laguna Azul, el cual es una tractivo turístico y alberga cierta cantidad de vida acuática, la cual puede estar siendo afectada por la contaminación hídrica de la zona.

Planteamiento del Problema

Según a CEDEX (2003) el agua dulce es el recurso más importante para la humanidad. Las fuentes superficiales desempeñan un papel fundamental dentro del ciclo hidrológico global de la tierra, transportando el agua dulce que cae del cielo o surge del subsuelo, hasta depositarla en masas mayores (ríos, lagos o mares), fluyendo siempre desde el nacimiento hasta la desembocadura.

Las proyecciones estadísticas para el año 2030, indican que se reducirá el uso de fertilizantes nitrogenados, que hoy en día son utilizados para los diferentes cultivos. Si se puede mejorar el rendimiento de los cultivos, el incremento en el uso total de fertilizantes para el año 2030, podría reducirse en 37%. En China, el mayor consumidor del mundo de fertilizantes nitrogenados, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5 a un 10 por ciento más por infiltración y en aliviaderos de canales de regadío que se vierten en fuentes superficiales. (FAO, 2002).

A pesar del importante papel natural de los ríos como fuente de abastecimiento para agua de consumo, la especie humana los ha venido considerando frecuentemente como simples canales para el suministro de agua en el caso de la agricultura, o como cloacas en las que verter todo tipo de residuos (Torralba, 2009). Ese punto de vista ha propiciado la progresiva degradación de nuestras quebradas, acrecentada progresivamente con el incremento de la población y el desarrollo agroindustrial en toda la selva del Perú, pese a que contamos con una gran riqueza de agua superficial y subterránea. (Torralba, 2009)

En el recorrido de la quebrada Pucayacu, existe elevada actividad agrícola como el sembrío de arroz, esta agricultura intensiva es realizada sin las suficientes consideraciones medio-ambientales y representa una gran perturbación sobre la calidad del agua que desemboca a la Laguna Azul. Alterando así su ecosistema (flora y fauna).

Formulación del Problema

¿Cómo influye la actividad agrícola en la calidad del agua de la quebrada Pucayacu, que desemboca en la Laguna Azul?

Objetivos

Objetivo General

- Determinar la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martin, 2016.

Objetivos Específicos

- Identificar los agroquímicos predominantes que utilizan en las actividades agrícolas de la quebrada Pucayacu.
- Determinar la variación de las características físico-químicas y biológicas del agua (temperatura, pH, turbidez, solidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno (DBO_5), demanda química de oxigeno (DQO_5) y coliformes totales), necesarias para determinar el Índice de Calidad del Agua.
- Establecer la relación de la calidad del agua de la Laguna Azul con la utilización de los agroquímicos de la zona.
- Determinar el valor del Índice de Calidad del Agua; en las aguas de la quebrada Pucayacu con la Laguna Azul.

Justificación de la Investigación

Actualmente en el Perú no se ha logrado agrupar los estudios hidrobiológicos, hidromorfológicos y/o fisicoquímicos como parte fundamental para el establecimiento de normas de calidad de agua, pese a que hoy en día contamos con un reglamento nacional de estándares de calidad ambiental para el uso del agua (Sierra, 2011).

Este estudio es de interés y de investigación, pues se realiza con el fin de aportar mayor información al estudio de las características físicas, químicas y biológicas de una fuente superficial de agua, en este caso en la desembocadura de la quebrada Pucayacu, hacia la Laguna Azul a raíz de la actividad agrícola predominante de la zona de estudio. De tal modo también contribuir con las medidas de mitigación de control para dichas actividades que son influencias directas del estado del agua.

El impacto a concretarse en la investigación será de manera positiva, para así demostrar que dichas actividades en las zonas arroceras del área de estudio influyen de alguna manera, sin tener una política de conservación del medio ambiente, va a degradar el estado ecológico de esta quebrada. Se pretendió con la información obtenida tomar las medidas adecuadas para mitigar los impactos que esta actividad viene provocando al ecosistema de la Laguna Azul.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la Investigación

A. Internacionales

(Astorga et.al., 2006). En una subcuenca del río Jabonal, Costa Rica, se caracteriza por el predominio de extensas áreas dedicadas a la producción ganadera, por esto se realizó una investigación titulada: "Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica", se evaluó la calidad del agua a través de análisis físico-químicos y bacteriológicos, demostrando que la calidad del agua tuvo alteraciones importantes debido al cambio de uso de suelo; Los parámetros de calidad de agua que excedieron el nivel crítico para consumo humano fueron la demanda química de oxígeno, los sólidos suspendidos, el fósforo total y coliformes fecales y totales. Estos parámetros debieran ser de atención prioritaria.

(Jaramillo, 2013). "La influencia de los cambios de los usos del suelo en la calidad de las aguas de la Bahía de Cullera", En este estudio se analizan los usos del suelo del municipio de Cullera y los cambios que han sufrido a lo largo del tiempo; demostrando que durante la temporada estival los problemas se agravan por la multiplicación de la población, esto aumenta dramáticamente el volumen de agua residual descargada y se vierten los excedentes directamente al mar sin ser tratados. Por tanto, el impacto negativo perjudica a todo el ecosistema. Se produce un aumento de la concentración de nutrientes, lo cual da como resultado un agua contaminada y eutrofizada de la ciudad

Ocampo (2013), en su estudio realizado en Armenia, Colombia; denominado "Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida, departamento del Quindío", menciona que es importante determinar el grado de contaminación existente, identificar su origen, evaluar su procedencia y así mismo caracterizar que tipo de contaminantes y tecnologías están causando este fenómeno, para así satisfacer las necesidades y requerimientos de la población, mejorando sus condiciones de vida y salud, impulsando de esa forma el desarrollo de la región. El estado actual de las fuentes nos ayuda a concebir ideas correctivas eficaces para el cuidado del recurso y medidas urgentes desde el estado

para divulgar de manera puntual que ha pasado en el transcurso de los años, con el aumento de la población.

Así mismo Ocampo (2013) determinó que la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida posee una composición típica de las Aguas Residuales Domésticas (ARD), las cuales le aportan gran cantidad de sólidos de tipo orgánico principalmente, produciendo un impacto ambiental negativo de tipo sinérgico a la quebrada dado por la acumulación de vertimientos en la zona urbana, generando contaminación hídrica.

Auquilla (2005), en su estudio realizado en la subcuenca del río Jabonal, en Esparza, Costa Rica, denominado "Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica", hizo un análisis de la variación de la calidad del agua y su relación con los usos de suelo y la época climática en fincas ganaderas, mediante parámetros físico químicos y de macroinvertebrados bentónicos. Para ello se monitorearon ocho quebradas y el río Jabonal. Los resultados mostraron que la principal razón para la variación de la calidad del agua fue el cambio de uso de suelo en las fincas ganaderas, siendo los potreros, establos y asentamiento humanos los que más contribuyen a la contaminación. No obstante, entre las épocas de monitoreo no se registró diferencias en la mayoría de los parámetros fisicoquímicos que fueron considerados. Los nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos, coliformes fecales, oxígeno disuelto y dureza total podrían ser los principales parámetros a tener en cuenta en las futuras evaluaciones.

Ariza (2016), en su investigación llamada "Determinación de la calidad del agua a través de la identificación de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca Arroyo La Quebrada, departamento de La Guajira, Colombia", buscaba determinar la calidad del agua en la microcuenca Arroyo la quebrada, mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, aplicando el método BMWP/ Col. como un método que sólo requiere llegar hasta el nivel de familia para indicar variaciones en las condiciones fisicoquímicas del ecosistema acuático, en función de la presencia o ausencia de cierto tipo de organismos. La caracterización biológica de la microcuenca, en su parte alta, media, baja, se realizó recolectando muestras de macroinvertebrados con una frecuencia de 15 días, en cinco estaciones de muestreo, mediante recolección de red de pantalla, recolección manual y sustratos artificiales.

Con la aplicación del método BMWP/Col, se pudo evidenciar la presencia de 26 familias de macroinvertebrados, de las cuales 11 pertenecen a aguas medianamente contaminadas, siete a aguas muy limpias y ocho a aguas contaminadas, determinando que el agua del Arroyo la quebrada no es apta para consumo humano.

FAO (2013), en el informe llamado: "Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?" afirma que el estrés hídrico también se produce por las aguas residuales y la escorrentía de las ciudades (gran parte de estas aguas sólo se trata parcialmente), por los excesos de fertilizantes agrícolas y por otras causas de contaminación hídrica. Esta contaminación produce, entre otras cosas, la eutrofización de las aguas superficiales trayendo consigo la proliferación de algas. Además, la contaminación del agua empeora la escasez al reducir la cantidad de agua segura para el consumo humano. Los mismos factores provocan hipoxia (agotamiento del oxígeno) en los estuarios y aguas costeras, lo que afecta a la pesca y al resto de vida acuática e impactan de manera negativa en la integridad del ecosistema. Éste es un problema tanto para el medioambiente como para las economías locales que dependen del turismo y de la pesca.

Ayers y Wescott (1987), en la "Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias", estudio realizado por la FAO: Riego y drenaje en Roma, Italia; mencionan que la tendencia actual de evaluación de la calidad del agua para propósitos de riego es más cualitativa que cuantitativa, evitando el uso de clasificaciones rígidas y refiriéndose a cada caso en una forma elástica y particular ya que el agua es un recurso cada día más escaso que debe ser manejado cuidadosamente dependiendo de las condiciones ambientales, el tipo de suelo y de cultivo, y de las condiciones económicas y sociales de los agricultores.

Bonet y Calzadilla (2011), en su estudio realizado en Boyeros, La Habana, Cuba; denominado "Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la Empresa de Cultivos Varios Sierra de Cubitas", menciona que, en la agricultura de regadío la calidad del agua es un importante factor a considerar para la obtención de altos rendimientos agrícolas, además adquiere cada día más actualidad e importancia debido a la limitación de los recursos hídricos, al aumento de la contaminación de embalses y ríos y a la excesiva explotación de las aguas subterráneas.

B. Nacionales

Armas (2010), en su investigación "Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, Loreto" concluye que la concentración de Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Fierro (Fe), Oxígeno Disuelto (OD) y Aceites y Grasas (A y G), en las aguas de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, superan los límites máximos permisibles establecidos en la R.J. Nº 291-2009-ANA y en la Norma, en todas las estaciones de muestreo; además de ello, la concentración de Manganeso (Mn) e Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en las quebradas Atun y Zamora y, de Plomo (Pb) en las quebradas Zamora y Mishuyacu, superan los límites máximos permisibles establecidos en la Norma, ECAS y la R.J. Nº 291-2009-ANA, para aguas de Clase II y VI. También menciona que los parámetros Temperatura, pH, Turbidez, Manganeso, Fierro y Coliformes Fecales presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año.

C. Antecedentes Locales

Mendoza (2012), en su trabajo denominado "Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba" recomienda que el control de la calidad del agua debe permitir no sólo constatar la calidad, sino también suministrar la información necesaria para llevar a cabo las medidas correctivas inmediatas o a mediano plazo, para que la calidad sea mantenida o efectivamente lograda. Es recomendable que el control de calidad del agua tenga un responsable y que sea asumida y coordinada por todas las autoridades de la localidad.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. La actividad agrícola y su impacto en los recursos hídricos

Requieren complejas negociaciones entre las demandas económicas, sociales y ambientales en una amplia gama de estructuras institucionales. Los cultivos de riego constituyen una porción significativa y creciente de la producción agrícola y del empleo rural en algunos países de la OCDE; sin embargo, la sobreexplotación de los recursos hídricos, a menudo escasos, que acarrea preocupa cada vez más. La agricultura es una importante fuente de contaminación

del agua, pero también contribuye a la formación de ecosistemas (por ejemplo, hábitats de ciertas especies salvajes) en determinadas regiones de algunos países de la OCDE. La producción agrícola y los correspondientes subsidios, en especial para el agua y la energía, siguen propiciando la descoordinación de los incentivos para los agricultores y agravando la sobreexplotación y contaminación del agua en la mayoría de los países miembros. (Organización para la cooperación y el desarrollo económicos [OCDE], 2006).

Manejo integrado de recursos hídricos

Se adoptan los siguientes conceptos sobre el manejo integrado de los recursos hídricos. Este modo de definir el manejo integrado puede interpretarse de la misma forma para el ámbito más general de los recursos naturales. (Paulet, 1999)

El manejo integrado de los recursos de agua procura compatibilizar los puntos de vista y las metas de los grupos afectados de las regiones geográficas con el propósito del manejo, cual es proteger las fuentes de agua de los sistemas naturales y ecológicos. El punto de vista político se refiere a los diferentes niveles de decisión dentro de una misma organización y a la relación entre distintas organizaciones. La integración política en las organizaciones es importante, dado el papel que juega el gobierno en relación con los recursos de agua. (Paulet, 1999)

El punto de vista geográfico se refiere a la escala y a las unidades de contabilidad: global, nacional, regional, cuenca, ciudad. Por ejemplo, la integración entre la cuenca y las ciudades es difícil de coordinar, aunque extremadamente importante. Cada función o tipo de uso tiene sus propios puntos de vista sobre el manejo del agua, incluyendo categorías de servicio sobre abastecimiento de agua a ciudades, manejo de aguas residuales, irrigación y otras. Dadas las diferentes finalidades del uso, la integración debe ser funcional, pero no es fácil llevarla a cabo, dados los intereses de los involucrados. (Paulet, 1999)

El punto de vista hidro-ecológico tiene que ver con la protección del agua, con el fin de hacer sostenibles los sistemas naturales y ecológicos. Desde este punto de vista, se toma en consideración el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, el mantenimiento de la vida en el agua y la integración de los temas agua, plantas, recursos genéticos y vida silvestre. (Paulet, 1999)

Los puntos de vista disciplinarios se relacionan con las diferentes ramas del conocimiento: tecnología, leyes, finanzas, economía, política, sociología, ciencias de la naturaleza, matemáticas y otras. (Paulet, 1999)

El manejo integrado de los recursos hídricos toma en cuenta todos los componentes del sistema, tales como el abastecimiento, el manejo de aguas residuales y la consideración de la calidad del agua fluvial que se usa por otros intereses, como el riego. Debido a ello es necesario el establecimiento de una organización, a nivel de la región o de la cuenca, que armonice los intereses de todos los usuarios, pues, además de la legislación y las normas, la integración requiere esfuerzos cooperativos. (Paulet, 1999)

Impacto de los plaguicidas en la calidad del agua

Boroukhovitch (Rapal, 2010) afirma que, con relación a la contaminación ambiental, el deterioro de la calidad del agua es uno de los mayores problemas asociados al uso de plaguicidas. Éste puede ser debido a alguna de las siguientes causas: deriva de pulverizaciones, lixiviación y percolación hacia napas freáticas, lavado de equipos y elementos de aplicación en fuentes de agua, eliminación de desechos de plaguicidas y envases, rotura de envases y accidentes con vuelco de productos hacia fuentes de agua.

1.2.2. Recursos, suelo y agua

El tema de los recursos naturales es sumamente amplio. Casi todas las actividades de la agricultura están relacionadas con su uso. La producción agrícola, pecuaria o forestal y el manejo de la vegetación natural son actividades que se tratan por separado, dada su finalidad productiva. En sí cada una justifica programas especiales para su desarrollo. Sin embargo, cuando se analizan estas actividades en cuanto a sus efectos en el ambiente, se pueden tratar en conjunto como elementos que lo disturban o lo conservan, de acuerdo con el tipo de manejo y el nivel de conflicto que originen, según la verdadera aptitud de los recursos que se usan. Generalmente, en el mediano o largo plazo, el uso sostenible de los recursos resulta en el logro de una mayor productividad. Entonces, podría decirse que, aunque la finalidad siempre es mejorar los beneficios para el productor, la

comunidad o la economía local, el tratamiento de esas actividades como elementos que modifican, positiva o negativamente, el ambiente permite agrupar a los cultivos, las praderas y los bosques y calificarlos con cifras equivalentes a diferentes grados de manejo-cobertura vegetal que miden el impacto que tienen en el ambiente (según las condiciones) sea en la erosión, en la cantidad o en la calidad del agua. Los programas individuales de cada cultivo o especie vegetal incorporarán estas relaciones en el diseño de experiencias que resulten en prácticas más productivas y conservadoras. Igual sucede con recursos no necesariamente agrícolas (minería, industrias, caminos, poblaciones o urbanizaciones, parques, establecimientos deportivos y otros), a los cuales indudablemente se les puede brindar atención mediante programas específicos, pero también pueden ser parte de un mismo programa, en términos del nivel de alteración que originan sobre los recursos naturales y el ambiente. En algunos casos, estas experiencias servirán para orientar la formulación y la aplicación de políticas sobre las actividades que de alguna manera usan o afectan los recursos naturales. (Paulet, 1999)

1.2.2.1. El agua: un recurso vital

El agua es un recurso vital para el mantenimiento y la conservación de cualquier tipo de vida en el planeta Tierra, sean humanos, plantas o animales. Su contribución al desarrollo social y económico de los países es inherente, esto debido a que el agua es un recurso esencial para la producción de alimentos, industria, generación de electricidad y el desarrollo turístico, entre otros. (GWP Centroamérica, 2013).

Clasificación de los cuerpos de agua.

Según Sierra (2011), los cuerpos de agua se clasifican en:

Ríos. Estos cuerpos de agua, comúnmente denominados corrientes, se caracterizan porque fluyen unidireccionalmente con velocidades promedio relativamente altas que varían entre 0,1 y 1 m/s. El flujo en los ríos es altamente variable y depende de las condiciones climáticas y de las características del área de drenaje. En general, los ríos son cuerpos de

agua los cuales pueden considerarse permanentemente mezclados, y en la mayoría de ellos, la calidad del agua es importante en el sentido del flujo. (Sierra, 2011).

Lagos. En estos sistemas acuáticos, la velocidad promedio es relativamente baja: varía entre 0,01 y 0,001 m/s (valores en la superficie). Este hecho hace que el agua permanezca en el sistema desde unos pocos días hasta varios años. Con respecto a la calidad del agua, esta se comporta o está gobernada de acuerdo con el estado trófico y con los períodos de estratificación. (Sierra, 2011).

Aguas subterráneas. En los acuíferos el régimen de flujo es relativamente estable en términos de velocidad y dirección. Las velocidades promedio pueden variar entre 10-10 y 10-3 m/s y son gobernadas por la porosidad y la permeabilidad del estrato. (Sierra, 2011).

1.2.3. Definición de Calidad del Agua

Sierra (2011), define la calidad de un ambiente acuático como: i) Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, y ii) la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua.

Por su parte Barrenechea (2003) menciona que El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar.

Características físico-químicas del agua.

Potencial de Hidrogeno pH.

El pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en

el agua. El pHmetro o potenciómetro consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución y que se mide en un galvanómetro. La corriente puede transformarse fácilmente en unidades de pH o mV por diferentes procedimientos de calibrado. El valor del pH depende de la temperatura. El pHmetro se calibra potenciométricamente, con un electrodo indicador de vidrio y uno de referencia, (que pueden presentarse combinados en uno solo), utilizando patrones trazables (APHA-AWWA-WEF, 2005)

Turbiedad

La turbiedad de las aguas se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin alteración a través de una muestra. El método nefelométrico se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbiedad. El equipo empleado es un turbidímetro (nefelómetro), el cual ofrece la lectura directa de turbiedad en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT) (HACH COMPANY, 1997).

Temperatura

La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad. Las temperaturas elevadas resultantes de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor, resulta útil para evaluar los efectos sobre éste (Rodier, 1990).

Sólidos disueltos totales

Los sólidos disueltos totales, son las sustancias que permanecen después de filtrar y evaporar a sequedad una muestra bajo condiciones específicas. En los sólidos

disueltos totales (SDT), se determina el incremento de peso que experimenta una cápsula tarada, tras la evaporación en ella de una alícuota de la muestra previamente filtrada y que posteriormente es secada a peso constante a 180°C, temperatura a la cual el agua de cristalización está prácticamente ausente. El contenido de sólidos disueltos puede estimarse por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos totales. (APHA-AWWA-WEF, 2005).

Nitratos

Los nitratos son medidos por ultravioleta a una longitud de onda de 220 nm, pero a esta misma longitud de onda, la materia orgánica presente en las muestras, también puede absorber, por lo que se mide a una longitud de onda de 275 nm para corregir el valor de nitrato. Sin embargo, esta corrección es empírica, dado que las concentraciones de materia orgánica pueden variar de un agua a otra. (APHA-AWWA-WEF, 2005).

Cuando existen actividades antrópicas, las aguas superficiales pueden tener concentraciones hasta de 5 mg NO_3/L pero normalmente menores de 1 mg NO_3/L. Concentraciones por encima de los 5 mg NO_3/L usualmente indican contaminación, ya sea por desechos domésticos, de animales o la escorrentía. En lagos y embalses concentraciones de nitratos por encima de 0,2 mg NO_3/L ya empiezan a general problemas de eutroficación en el agua. En las aguas subterráneas se puede llegar a concentraciones de nitratos hasta de 500 mg NO_3/L, especialmente en zonas agrícolas debido a la utilización de fertilizantes. (Sierra, 2011).

Fosfatos

En las aguas naturales y residuales, el fósforo se presenta mayoritariamente en forma de fosfatos. Estos son clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y otros polifosfatos) y fosfatos enlazados orgánicamente. Se encuentran en solución, en partículas o detritus o en cuerpos de organismos acuáticos y pueden provenir de diversas fuentes (APHA-AWWA-WEF, 2005).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

La DBO_5 se define como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias para estabilizar, por descomposición, la materia orgánica presente en condiciones aeróbicas. La DBO_5 se utiliza ampliamente para determinar el grado de contaminación de aguas residuales industriales y/o domésticas en términos del oxígeno que ellas requieren si son descargadas en las corrientes o cursos de agua naturales en las cuales existen condiciones aeróbicas. La prueba de DBO más conocida es la DBO_5. Esta prueba se realiza incubando la muestra de agua en el laboratorio y al cabo de cinco días se mide el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos, y los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido. (Ruiz, 1998).

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO es una prueba ampliamente utilizada para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua. A diferencia de la DBO, en esta prueba la materia orgánica es oxidada utilizando una sustancia química y no microorganismos. El dicromato de potasio constituye actualmente el mejor agente oxidante para la determinación de la DQO. Este compuesto tiene la capacidad de oxidar la gran mayoría de sustancias orgánicas, además, es fácil de determinar su concentración antes y después de la prueba lo cual hace que se pueda calcular el oxígeno consumido (Sierra, 2011).

1.2.4. Uso agrícola del agua

El agua que necesitan los cultivos varía entre 1 000 y 3 000 m3 por tonelada de cereal cosechada. Es decir, se requieren de 1 a 3 toneladas de agua para obtener 1 kg de arroz. Sin embargo, la cantidad de agua necesaria para producir una tonelada de cereal puede reducirse significativamente manejando bien las tierras, tanto en secano como en regadío (FAO, 2002).

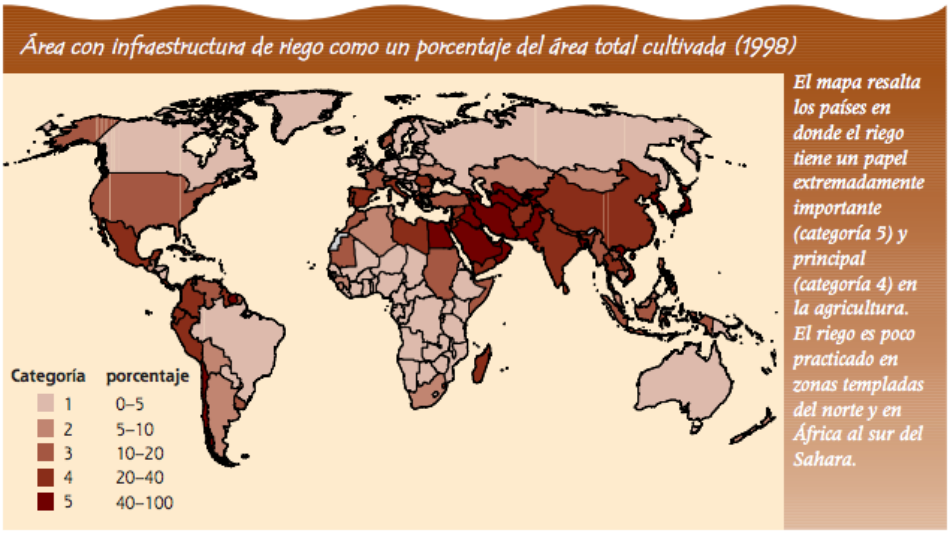


Figura 1: Países dependientes del agua de regadío (Fuente: FAO, Agricultura Mundial: hacia 2015-2030)

Como puede observarse en el mapa superior, muchos países en desarrollo dependen extremadamente del riego. En un estudio de la FAO realizado en 93 países en desarrollo, se observó que en 18 de ellos la agricultura de regadío ocupa más del 40 por ciento del área cultivable; otros 18 países riegan entre el 20 y el 40 por ciento de su área cultivable (FAO, 2002).

El uso del agua puede ser "consuntivo", es decir que se consume efectivamente durante alguna actividad, como la agrícola, poblacional, industrial, etc., o "no consuntivo", donde se utiliza el agua sin consumirse efectivamente, como en la actividad energética, donde luego del aprovechamiento por las hidroeléctricas, puede estar apta para otros fines, como los agrícolas, por ejemplo. Si bien el consumo del agua se divide por sectores económicos, constituye también una red de transporte principal en la selva (MINAGRI, 2015).

Según la FAO (2015), en el Perú, la mayor parte del agua extraída para riego (65%) se pierde debido a la dependencia de sistemas de riego ineficientes. Se estima que la eficiencia total del uso del agua en los sistemas de riego es aproximadamente del 35%, lo cual se considera como un mal rendimiento y se debe principalmente a los sistemas de distribución con fugas y al uso extensivo de métodos de riego por gravedad o inundación no mejorados, con una eficiencia total estimada del 50%. El manejo inadecuado del riego unido a sistemas

ineficientes de riego conduce a agricultores que utilizan agua por encima de las necesidades de los cultivos y de la disponibilidad de agua.

La agricultura de regadío tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente. Los productos químicos que se usan en el regadío contaminan a menudo la escorrentía superficial y el agua subterránea. El potasio y el nitrógeno aplicados en los fertilizantes, tanto en regadío como en secano, pueden ser lixiviados hacia las aguas superficiales o subterráneas produciendo proliferaciones de algas y eutrofización (FAO, 2002).

Según el Plan Estratégico Sectorial Regional Agrario 2009-2015, la infraestructura de riego de la Región San Martin, necesita ser mejorada para alcanzar niveles de eficiencia de riego, teniendo en cuenta que la disponibilidad de agua comienza a precarizarse, por la disminución de los caudales, que está haciendo que la orientación del agua hacia el cultivo de arroz esté originando deterioro de las cuencas, especialmente las que están contiguas a los centros urbanos, como es el caso del distrito de Sauce.

En la región San Martín podemos hablar de cultivo tecnificado en los cultivos de arroz, cacao y café, principalmente. En cambio, en el Distrito de Sauce la tecnología de los cultivos sigue siendo incipiente, pues, no se toma en cuenta el análisis de suelos para determinar niveles de fertilización, en cuanto a dosis y oportunidad de aplicación, pues el índice de agricultores que aplican fertilizantes, a partir de las recomendaciones técnicas, es muy bajo. Podría decirse, inclusive, que un 98 por ciento de agricultores no realzan análisis de sus suelos y lo único que hacen es incrementar las dosis de aplicación de los fertilizantes, lo cual es perjudicial para los cuerpos de agua debido al incremento de la contaminación por agroquímicos (DRASAM, 2009).

1.2.5. Índice de Calidad del Agua General “ICA”

Los índices de calidad son herramientas que permiten asignar un valor de calidad al medio a partir del análisis de diferentes parámetros. Su combinación da una visión más precisa del estado ecológico y el estado del medio biológico (Reolon, 2010).

Valcarcel et.al, (2009) afirma que un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua. Su ventaja radica en que puedes ser más fácilmente interpretado que una lista de valores numéricos y nos da una rápida idea de la situación que expresa el índice (contaminación excesiva, media o inexistente, entre otras).

El ICA está expresado como porcentaje de agua pura, en aguas altamente contaminadas tendrá ICA 0% en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor del ICA 100% (Novillo Bustos, 2010).

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown et al. (1970) es una versión modificada del "WQI" que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que, en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creo y diseño un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: Indice de Calidad del Agua (ICA).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (SNET, 2008).

De acuerdo al Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2008) de El Salvador, para la determinación del "ICA" interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes totales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO3 en mg/L)
- Fosfatos (PO4 en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en ºC)
- Turbidez (en NTU)

- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

La calidad de las aguas superficiales es afectada por la atmósfera a través de la cual la lluvia cae, por la naturaleza del suelo y la vegetación sobre la cual el agua de superficie escurre, y por el grado de actividad humana en la cuenca; las labores agrícolas influyen sustancialmente en los niveles de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y bacterias que entran en un cuerpo de agua (Henry & Heinke, 1999).

Estimación del Índice de Calidad de Agua General "ICA"

Esta determinación está basada en los parámetros más representativos de calidad de agua para uso poblacional (INRENA, 1997), a los que en el procedimiento se les asigna un peso relativo; entre estos cabe mencionar: oxígeno disuelto, coliformes totales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, fosfato total, nitratos, turbidez, sólidos totales.

Para el cálculo del ICA, se utilizaron los valores promedio de los parámetros mencionados, los cuales fueron incorporados en los gráficos de sensibilidad, en donde, como función de la concentración del parámetro, se obtiene el valor de Q; para luego ser multiplicados por el factor de revisión (pesos específicos de cada parámetro); siendo la sumatoria de los productos parciales el ICA, en cada punto de monitoreo (INRENA, 1997).

Para calcular el Índice de Brown (1970) se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^{9} \left(Sub_i * w_i \right)$$

$$ICA_m = \prod_{i=1}^{9} \left(Sub_i^{w_i} \right)$$

Donde:

w_i :Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Sub_i: Subíndice del parámetro i.

Tabla 1:

Forma de cálculo del ICA.

Parámetros	**Resultados**	**Valor de Q**	**Factor de revisión (Peso de importancia)**	**Total**
Oxígeno disuelto	% Sat.		0.17	
Coliformes t.	col/100 ml		0.16	
Ph	Unidades		0.11	
DBO	mg/l		0.11	
Temperatura	Cambio ºC		0.10	
Fosfato total	mg/l		0.10	
Nitratos	mg/l		0.10	
Turbidez	NTU		0.08	
Sólidos totales	mg/l		0.07	
	Índice de Calidad del Agua (ICA)			

Fuente: Vergara, 2002

El "ICA" adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo "General" se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

Tabla 2:

Clasificación del "ICA"

CALIDAD DE AGUA	VALOR
Excelente	91 a 100
Buena	71 a 90
Regular	51 a 70
Mala	26 a 50
Pésima	0 a25

Fuente: SNET (2008).

Propuesto por SNET (2008), explica la tabla anterior de la siguiente manera:

- Las aguas con "ICA" mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática.
- Las aguas con un "ICA" de categoría "Regular" tienen generalmente menos

diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el

- crecimiento de las algas.
- Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.
- Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella.

1.2. Definición de términos básicos

Acidez. - La capacidad cuantitativa del agua de neutralizar una base, expresada en equivalente de carbonato de calcio en ppm o del mg/l. El número de los átomos de hidrógeno que están presente determina esto. Es medido generalmente por medio de una valoración con una solución de hidróxido sódico estándar.

Agua. - El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación.

Agua ácida. - Agua que contiene una cantidad de sustancias ácidas que hacen al pH estar por debajo de 7,0.

Agua blanda. - Cualquier agua que no contiene grandes concentraciones de minerales disueltos como calcio y magnesio.

Alcalinidad. - La alcalinidad significa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido.

Ambiente. - Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia.

Calidad Ambiental. - Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico.

Capacidad de Carga. - Capacidad de un determinado ecosistema para sustentar organismos sanos y mantener su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación por tiempo indefinido.

Concentración media aritmética diaria. - Es la concentración obtenida al dividir la suma de las concentraciones medidas durante 24 horas entre el número de mediciones efectuadas. Para este efecto las muestras se tomarán en 16 horas como mínimo.

Conservación. - Es la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras.

Contaminación ambiental. - Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente.

DBO (Demanda Biológica de Oxígeno). - La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba.

DQO (Demanda Química de Oxígeno). - Cantidad de oxígeno (medido en mg/L) que es consumido en la oxidación de materia orgánica y materia inorgánica oxidable, bajo condiciones de prueba. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al DBO, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

Degradación (o deterioro) ambiental. - Alteración de uno o varios de los componentes del medio ambiente (por ejemplo, el aire, el suelo, el agua, etc.), situación que afecta en forma negativa a los organismos vivientes.

Diversidad Biológica. - Las diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en el planeta tierra, es decir desde organismos vivos hasta los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad de ecosistemas).

Ecosistema. - Es el complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Equilibrio Ecológico. - La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA). - Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Fuentes de contaminación. - Es el lugar de donde un contaminante es liberado al ambiente. Las fuentes de contaminación pueden ser fuentes puntuales o fijas, así como fuentes dispersas o de área y también fuentes móviles.

Impacto Ambiental. - Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El "impacto" es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta.

Indicador Ambiental. - Es un parámetro, o un valor derivado de parámetros que busca proveer información describiendo de manera sintética una medida aproximada o evidencia del estado del ambiente y su impacto cuyo significado es mayor que las propiedades directamente asociadas al valor de los parámetros.

Límite Máximo Permisible (LMP). - Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Medidas de Mitigación. - Medidas o actividades orientadas a atenuar, minimizar o eliminar los impactos ambientales y sociales negativos que un proyecte puede generar sobre el ambiente.

Monitoreo ambiental. - Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente.

Ortofoto. - es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.

Oxígeno disuelto. - La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, expresado en ppm o mg/L.

pH. - El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

Protección del Agua. - La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables.

SDT: Sólidos disueltos totales. - El peso por unidad de volumen de agua de sólidos suspendidos en un medio de filtro después de la filtración o evaporación.

Turbidez. - Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida.

CAPITULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sistema de Hipótesis

La determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, permite identificar la influencia significativa de la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martin.

2.2. Sistema de Variables

Variable Dependiente: Calidad del agua de la Laguna Azul.

Variable Independiente: Actividad agrícola en la quebrada Pucayacu.

2.3. Tipo de Método de la Investigación

2.3.1. De acuerdo a la orientación.

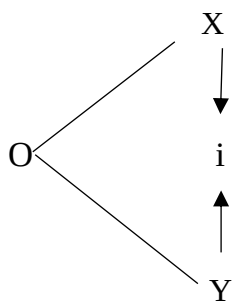
Básica: También es la llamada investigación fundamental o investigación pura, se suele llevar a cabo en los laboratorios; contribuye a la ampliación del conocimiento científico, creando nuevas teorías o modificando las ya existentes. Investiga leyes y principios.

2.3.2. De acuerdo a la técnica de contrastación:

Descriptiva: Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio.

2.4. Diseño de Investigación

Diseño no experimental



Donde:

O = Observación
X = Calidad del agua de la Laguna Azul.
Y = Actividad agrícola en la quebrada Pucayacu.
i = Influencia

2.5. Población y muestra

Población : Volumen total de la quebrada Pucayacu.

Muestra : Por la naturaleza de la investigación se realizaró 4 muestreos mensuales de 0.5 litros, haciendo un total de 8 litros, durante 4 meses.

2.6. Técnicas de recolección y procesamiento de datos

- Se realizó una pequeña secuencia de preguntas a todos los agricultores que cultivan el arroz en la zona de estudio para determinar los agroquímicos predominantes que se utilizan en las actividades agrícolas, las preguntas constituían: ¿Qué productos utilizan para la fertilización de sus tierras?, ¿Qué productos utilizan como insecticidas y herbicidas para su cosecha?

- Los datos se recolectaron durante 4 meses en la desembocadura de la quebrada Pucayacu en la Laguna Azul, se analizaron los 10 parámetros (temperatura, pH, turbidez, sólidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes totales), considerando que por cada muestra se utilizó 500 ml.

- Se hizo una comparación simple para determinar la relación que existe entre la calidad del agua y la utilización de agroquímicos en la zona de estudio.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Agroquímicos de mayor uso en la zona de estudio:

Para identificar los agroquímicos predominantes que son utilizados en las actividades agrícolas de la quebrada Pucayacu, se ha realizado un registro de los agroquímicos más usados por los pobladores cercanos de acuerdo al uso del terreno, por el cual atraviesa nuestros puntos tomados de la quebrada, con la ayuda de un GPS (ver anexo 01).

Tabla 3:

Agroquímicos utilizados en el área total de la quebrada

Punto	Coordenada	Actividad	Agroquímico
P- 01	Y: 9258733/ X: 367360	forestal	Herbicida: hedonal;
P- 02	Y: 9258943/ X: 366981	agricultura (plantaciones de arroz)	Herbicida: hedonal, bazuca; insecticida: cipermex; abonos: abono foliar, urea.
P- 03	Y: 9259027/ X: 366445	agricultura (plantaciones de arroz)	
P- 04	Y: 9259056/ X: 366335	Consumo humano	Ninguno

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Como podemos observar en la tabla 3, se han identificado cuatro zonas de actividades, del cual parten los cuatro puntos de monitoreo, los cuales han sido analizados durante cuatro meses.

Se ha identificado para el primer punto de monitoreo, donde se realizan actividades forestales (siembra de plantas frutales), la utilización del herbicida hedonal (se usa 2 L por hectárea, cada litro se mezcla con 200 L de agua.; para el segundo punto y el tercer punto de monitoreo ubicado dentro del área de agricultura (plantaciones de

arroz) se utilizan los siguientes herbicidas: hedonal, bazuca (para hierba de los bordos se usa 1L por hectárea y se mezcla con 200 L de agua), los insecticidas: cipermex (para insectos comunes en las plantaciones de arroz 1/4 L por hectárea, se mezcla con 200 L de agua), los abonos: abono foliar 20-20 (se usan 2 kilos por hectárea cada kilo con 200 L de agua) y urea (3 sacos por hectárea); en el cuarto punto de monitoreo no se realizan otras actividades agrícolas, es más bien el lugar donde desemboca a la laguna Azul, la cual es también usada como agua para consumo humano.

3.2. Variación de las características físico-químicas y biológicas del agua en la zona de estudio:

Se ha realizado el monitoreo de la concentración de los parámetros del agua al entrar y al salir de la zona de riego, con la ubicación de cuatro puntos que fueron analizados durante cuatro meses.

Resultados del mes de enero

Tabla 4*:*

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1

PUNTO 01				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	90
2	pH		6.5-8.5	7.62
3	Fosfatos	mg/L	0.1	0
4	Nitratos	mg/L	50	0
5	Temperatura	°C	18-30	23.6
6	Alcalinidad	mg/L		20
7	DBO	mg/L	3	3
8	DQO	mg/L	10	8
9	STD	mg/L	1000	280.5
10	OD	mg/L	≥6	10.24
11	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	450

Fuente: Elaboración propia.

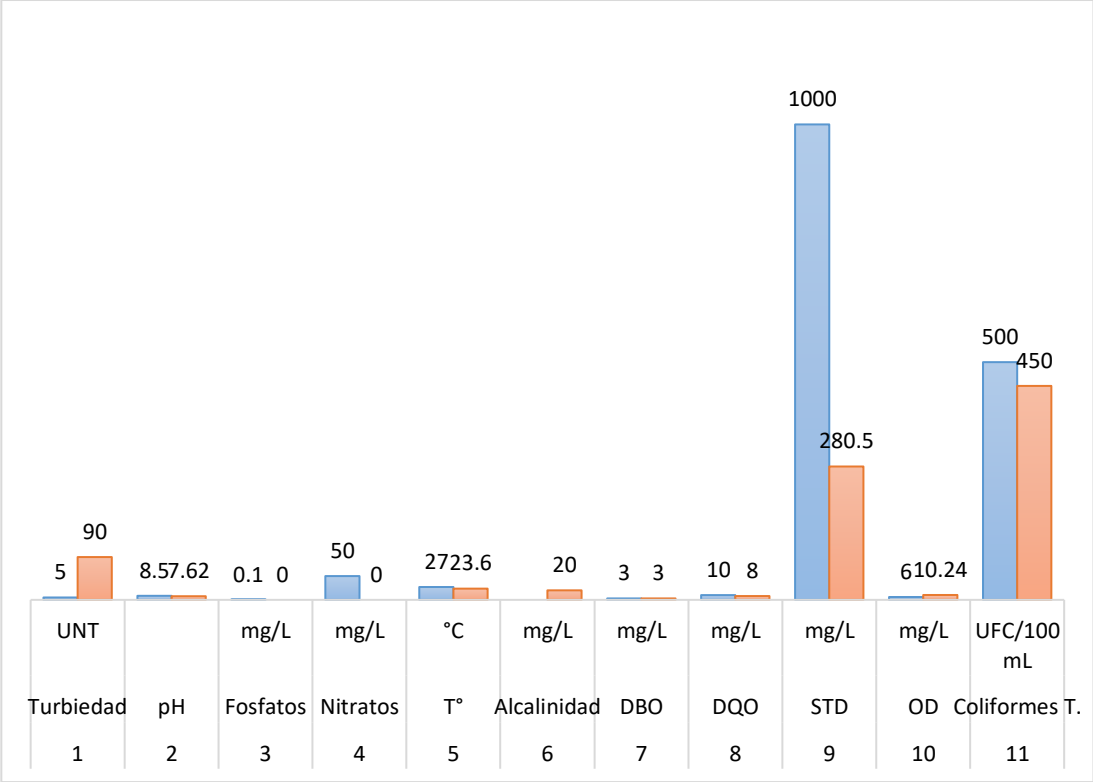


Figura 2: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1. (Fuente: Tabla 4)

Interpretación:

En el grafico podemos identificar los valores que tenemos en cuanto a los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 90 UNT siendo excesivo para lo que se estipula en el DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría de consumo humano A1 debe ser 5 UNT; para el parámetro de pH encontramos dentro del rango pues su límite según la norma seria 8.5; no se han encontrado cantidades de fosfatos aunque en la norma se admite hasta un 0.1 mg/L lo mismo paso con los nitratos el cual se admite hasta un 50 mg/L; la temperatura tiene un valor de 23.6 °C del agua estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 está cumpliendo la norma igualmente el DQO con un valor de 8 mg/L; se encontró 280.5 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una adecuada cantidad de Oxígeno disuelto mayor de 6 mg/L que exige el estándar y lo cumple con 10.24 igualmente los coliformes están dentro de los entandares pues con 450 UFC no sobrepasan los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 5:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2

PUNTO 02				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	65
2	Ph		6.5-8.5	7.21
3	Fosfatos	mg/L	0.1	0.08
4	Nitratos	mg/L	50	2
5	Temperatura	°C	18-30	25.1
6	Alcalinidad	mg/L		60
7	DBO	mg/L	3	4
8	DQO	mg/L	10	10
9	STD	mg/L	1000	405
10	OD	mg/L	≥6	8.57
11	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	617

Fuente: Elaboración propia.

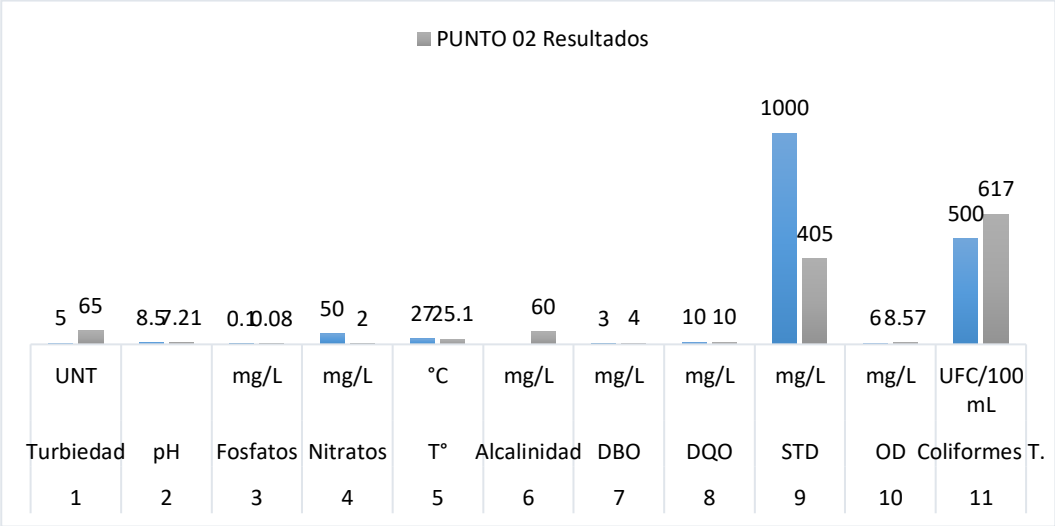


Figura 3: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2. (Fuente: Tabla 5).

Interpretación:

En el grafico podemos identificar los valores encontrado para la zona de agricultura donde se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a

tener un valor de 65 UNT siendo excesivo para lo que se estipula en el DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT, pero si hablamos de riego de vegetales este parámetro no consideraríamos; el parámetro de pH encontramos dentro del rango pues su límite según la norma seria 8.5; se han encontrado cantidades de fosfatos aunque dentro de la norma con 0.08 mg/L admitiéndose hasta un 0.1 mg/L lo que pasa con los nitratos que se encontraron 2 mg/L pero está bien pues se admite hasta un 50 mg/L; la temperatura tiene un valor de 25.1 °C del agua estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 está excediendo la norma e igualmente el DQO con un valor de 10 mg/L; se encontró 405 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una adecuada pero menor cantidad de Oxígeno disuelto mayor de 6 mg/L que exige el estándar y lo cumple con 8.57 mg/L; lo que no pasa con los coliformes totales los cuales no están acordes a los estándares con 617 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 6:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3

PUNTO 03				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	66
2	pH		6.5-8.5	7.34
3	Fosfatos	mg/L	0.1	0.07
4	Nitratos	mg/L	50	3
5	Temperatura	°C	18-30	26.7
6	Alcalinidad	mg/L		40
7	DBO	mg/L	3	2
8	DQO	mg/L	10	6
9	STD	mg/L	1000	616.6
10	OD	mg/L	≥6	7.72
11	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	625

Fuente: Elaboración propia.

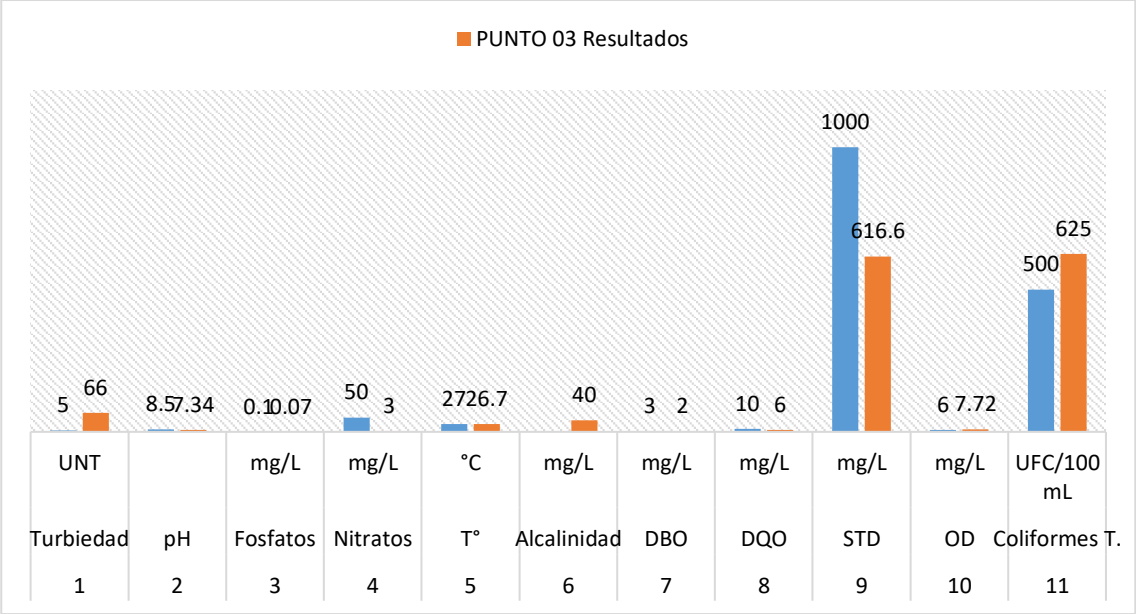


Figura 4: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3 (*Fuente: Tabla 6)*

Interpretación:

Podemos identificar los valores encontrados para el siguiente punto (03) ubicado en la zona de agricultura donde se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 66 UNT siendo excesivo para lo que se estipula en el ECAS- DS 004-2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT, pero si hablamos de riego de vegetales este parámetro no consideraríamos; el parámetro de pH encontramos dentro del rango pues su límite según la norma seria 8.5; se han encontrado cantidades de fosfatos, aunque dentro de la norma con 0.07 mg/L admitiéndose hasta un 0.1 mg/L lo que pasa con los nitratos que se encontraron 3 mg/L pero está bien pues se admite hasta un 50 mg/L; la temperatura tiene un valor de 26.7 °C del agua estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 está excediendo la norma e igualmente el DQO con un valor de 10 mg/L; se encontró 616.6 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una adecuada pero mucho menor cantidad de Oxígeno disuelto mayor de 6 mg/L que exige el estándar y lo cumple con 7.72 mg/L; lo que no pasa con los coliformes los cuales no cumplen los estándares con 625 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 7:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4

PUNTO 04				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	9.51
2	pH		8.5	8
3	Fosfatos	mg/L	0.1	0.04
4	Nitratos	mg/L	50	3
5	Temperatura	°C	18-30	27.5
6	Alcalinidad	mg/L		54
7	DBO	mg/L	3	2
8	DQO	mg/L	10	5
9	STD	mg/L	1000	355
10	OD	mg/L	≥6	7.72
11	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	589

Fuente: Elaboración propia.

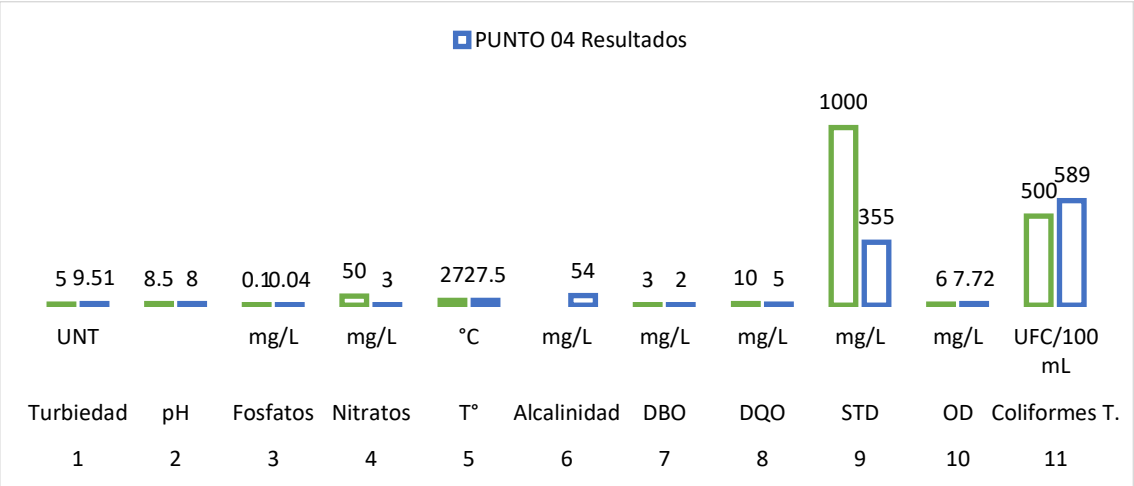


Figura 5: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4 (Fuente: Tabla 7)

Interpretación:

Podemos identificar los valores encontrados para el punto (04) ubicado ya a la salida de la zona de agricultura, en la entrada de la laguna Azul, donde se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 9.51 UNT, bastante bajo comparado con los resultados anteriores pero aun no cumple con

DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del rango pues su límite según la norma seria 8.5; se han encontrado cantidades de fosfatos, aunque dentro de la norma con 0.04 mg/L admitiéndose hasta un 0.1 mg/L lo que pasa con los nitratos que se encontraron 3 mg/L pero está bien pues se admite hasta un 50 mg/L, pero es lógico su presencia pues se han utilizado agroquímicos en los anteriores puntos; la temperatura tiene un valor de 27.5 °C del agua estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es menor de 3 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 5 mg/L; se encontró 355 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una adecuada pero mucho menor cantidad de Oxígeno disuelto mayor de 6 mg/L que exige el estándar y lo cumple con 7.72 mg/L; lo que no pasa con los coliformes los cuales no cumplen los estándares con 589 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Resultados del mes de febrero

Tabla 8:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1

PUNTO 01				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	44.21
2	pH		6.5-8.5	8.44
3	Color	UPC	15	215
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0
5	Nitratos	mg/L	50	4
6	T°	°C	18-30	24.4
7	Alcalinidad	mg/L		0
8	DBO	mg/L	3	2.7
9	DQO	mg/L	10	6.3
10	Conductiv.	µs/cm	1500	482
11	STD	mg/L	1000	269.9
12	OD	mg/L	≥6	7.93
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	345

Fuente: Elaboración propia.

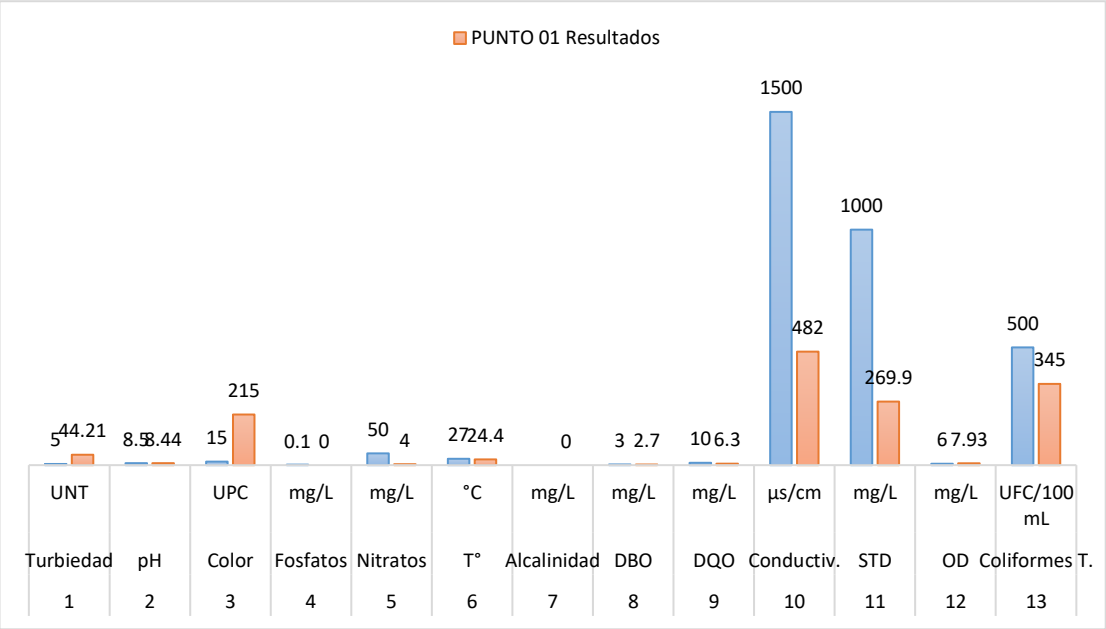


Figura 6: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1. (Fuente: Tabla 8)

Interpretación:

En el mes de febrero podemos identificar los valores encontrados para el punto (01) que es el primer punto de monitoreo donde aún no ha ingresado a la zona arrocera, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 44.21 UNT, el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos cerca al límite según la norma seria 8.5; no se han encontrado fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 4 mg/L pero está bien pues se admite hasta un 50 mg/L; la temperatura tiene un valor de 24.4 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es menor de 3 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 6.3 mg/L; se encontró 269.9 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una adecuada cantidad de Oxígeno disuelto mayor de 6 mg/L que exige el estándar y lo cumple con 7.93 mg/L; lo que no pasa con los coliformes los cuales no cumplen los estándares con 778 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 9*:*

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2

PUNTO 02				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	38.58
2	pH		6.5-8.5	7.2
3	Color	UPC	15	205
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.67
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	24.7
7	Alcalinidad	mg/L		62
8	DBO	mg/L	3	6
9	DQO	mg/L	10	12.7
10	Conductiv.	µs/cm	1500	905.3
11	STD	mg/L	1000	493.8
12	OD	mg/L	≥6	5.81
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	778

Fuente: Elaboración propia.

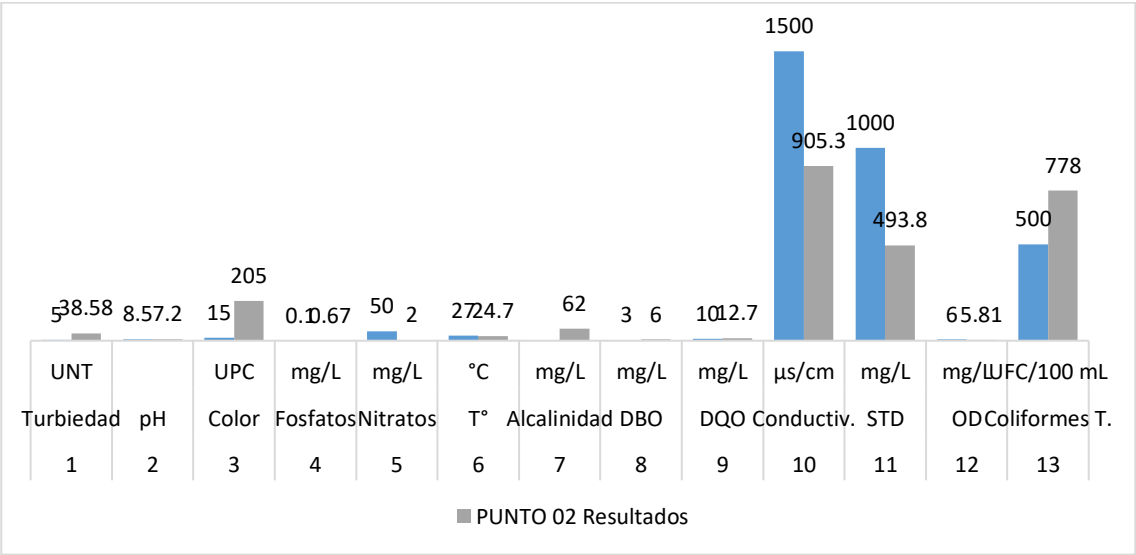


Figura 7: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2. (Fuente: Tabla 9).

Interpretación:

En el mes de febrero en el punto (02) , área donde se realiza la actividad arrocera, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un

valor de 38.58 UNT, el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 7.2; se ha encontrado 0.67 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma, pero su presencia indica que hay cierta actividad de agroquímicos, especialmente con lo del fosfato; la temperatura tiene un valor de 24.7 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 3 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 6 mg/L; se encontró 493.8 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una deficiente cantidad de oxígeno disuelto por la actividad que se realiza en el área con 5.81 mg/L; lo mismo pasa con los coliformes los cuales tiene un valor bastante elevado con 778 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 10:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3

PUNTO 03				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	59
2	pH		6.5-8.5	7.23
3	Color	UPC	15	255
4	Fosfatos	mg/L	0.1	1.67
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	26.1
7	Alcalinidad	mg/L		49
8	DBO	mg/L	3	3
9	DQO	mg/L	10	5.4
10	Conductiv.	µs/cm	1500	914.8
11	STD	mg/L	1000	498.8
12	OD	mg/L	≥6	7.51
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	597

Fuente: Elaboración propia.

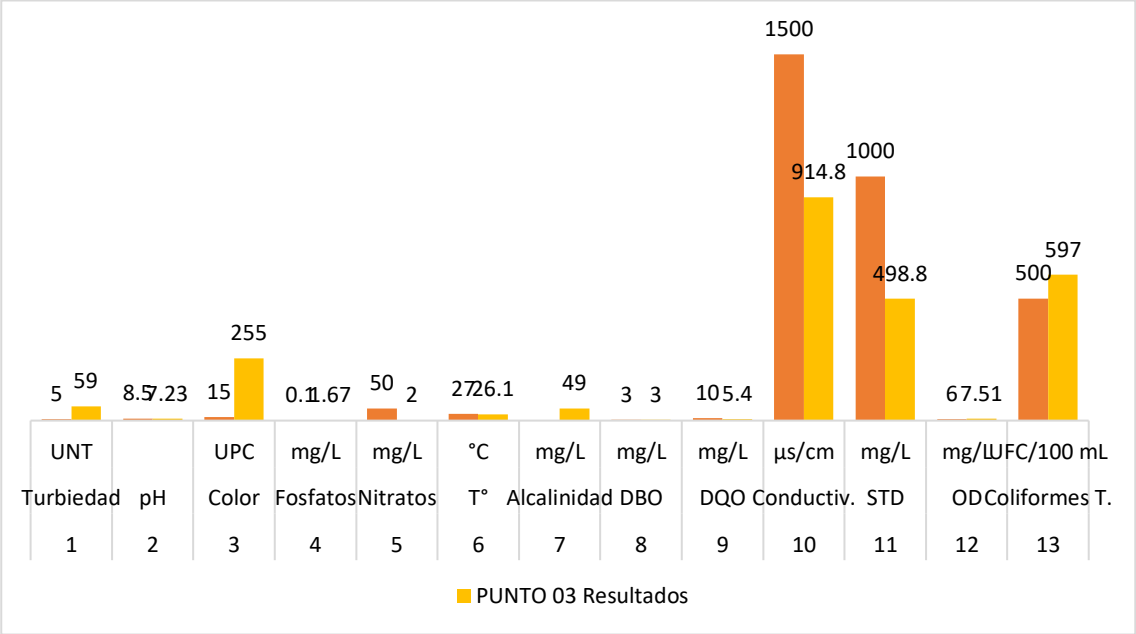


Figura 8: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3. (Fuente: Tabla 10)

Interpretación:

En el mes de febrero en el punto (03) , la cual es una estación de monitoreo ubicada también dentro de la zona donde se realiza la actividad arrocera, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 59 UNT, un valor muy alto el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 7.23; se ha encontrado 1.67 mg/L de fosfatos, el cual. Es muy alto para lo permitido por el estándar, todo esto por los lixiviados de la actividad agroquímica; y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, este parámetro si se encuentra dentro del estándar; la temperatura tiene un valor de 26.7 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 3 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 5.4 mg/L; se encontró 498.8 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, el oxígeno disuelto para este punto cumple con lo permitido pues tiene 7.51 mg/L; lo que no pasa con los coliformes totales, este parámetro tiene un valor por encima de lo permitido con 597 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 11:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4

PUNTO 04				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	9.64
2	pH		6.5-8.5	7.5
3	Color	UPC	15	45
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.06
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	28.5
7	Alcalinidad	mg/L		40
8	DBO	mg/L	3	2.1
9	DQO	mg/L	10	5.2
10	Conductiv.	µs/cm	1500	646.4
11	STD	mg/L	1000	352.5
12	OD	mg/L	≥6	6.07
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	485

Fuente: Elaboración propia.

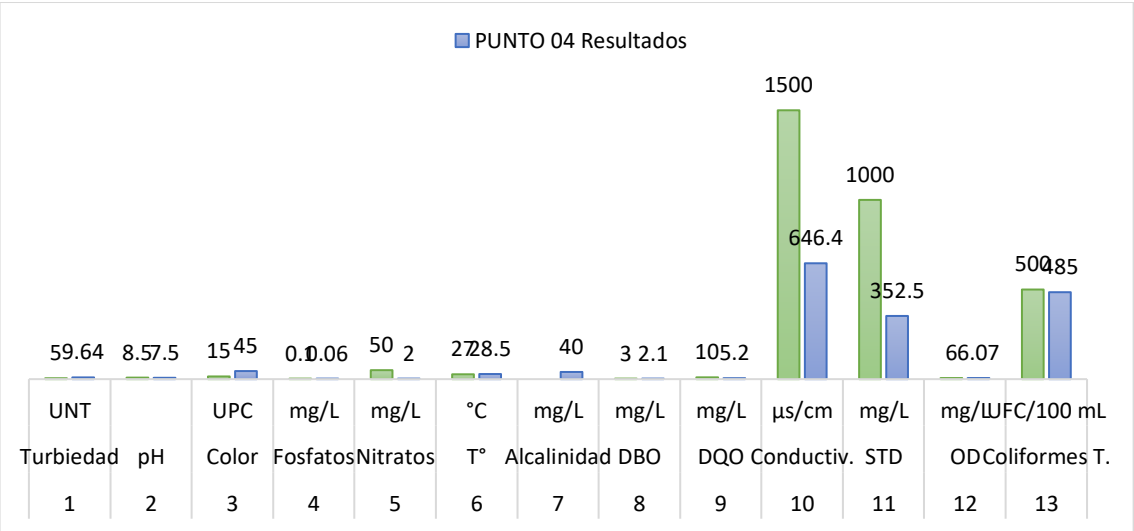


Figura 9: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4. (Fuente: Tabla 11)

Interpretación:

En el mes de febrero en el punto (04), área ubicada ya dentro de la laguna Azul, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto coincidente con el

mes anterior es bajo. al tener 9.64 UNT, el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro lo permitido con un valor de 7.5; se ha encontrado 0.06 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma, pero su presencia indica lo arrastrado de la actividad con agroquímicos; la temperatura tiene un valor de 28.5 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 2.1 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 5.2 mg/L; se encontró 352.5 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, ya ara este punto el oxígeno disuelto sube para cumplir con la norma con 6.07 mg/L; lo mismo pasa con los coliformes los cuales en este punto han bajado al tener 485 UFC de los 500 UFC que permite el estándar.

Resultados del mes de marzo

Tabla 12:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1

PUNTO 01				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	2.93
2	pH		6.5-8.5	7.46
3	Color	UPC	15	190
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0
5	Nitratos	mg/L	50	3.5
6	T°	°C	18-30	24
7	Alcalinidad	mg/L		29
8	DBO	mg/L	3	2.5
9	DQO	mg/L	10	5.8
10	Conductiv.	µs/cm	1500	390
11	STD	mg/L	1000	195
12	OD	mg/L	≥6	7.2
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	320

Fuente: Elaboración propia.

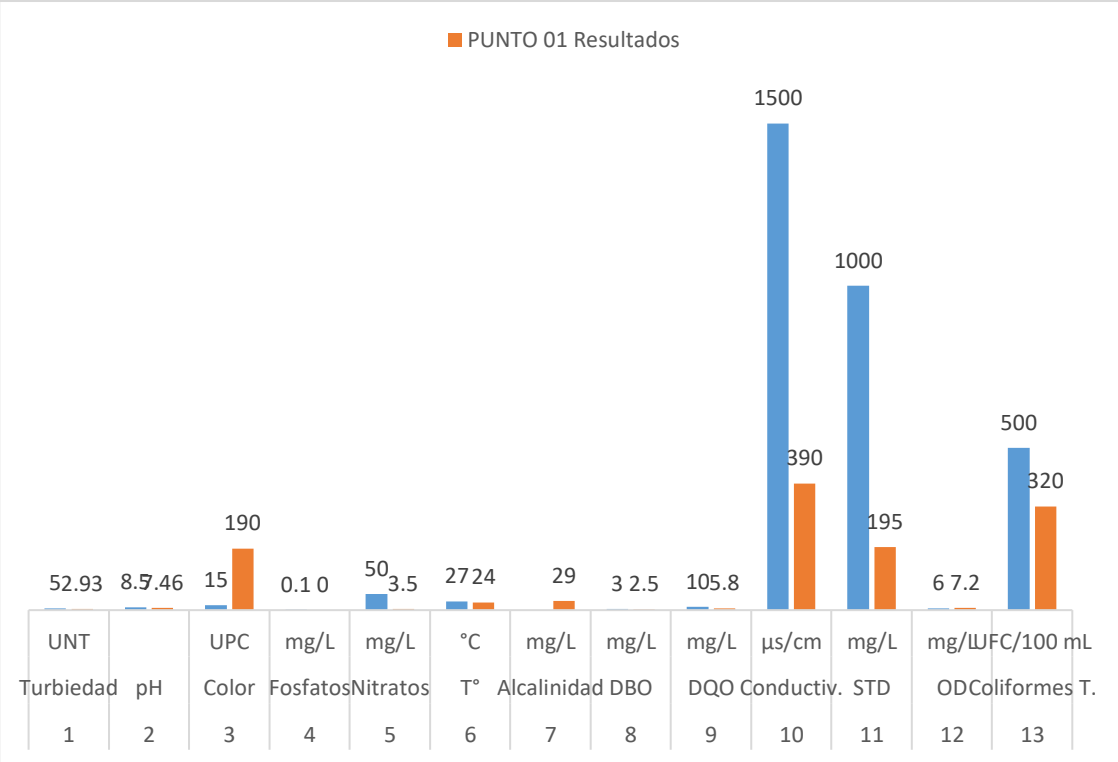


Figura 10: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1. (Fuente: Tabla 12)

Interpretación:

Para el mes de marzo en el punto (01) , el cual se toma en la entrada del área total antes de la actividad agrícola, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad tiene un valor de 2.93 UNT, cumpliendo con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT; el parámetro de pH encontramos dentro de lo permitido en los estándares con un valor de 7.46; no se ha encontrado presencia de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 3.5 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma; la temperatura tiene un valor de 24 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 2.5 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 5.8 mg/L; se encontró 195 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, la cantidad de oxígeno disuelto es 7.2 mg/L; los coliformes totales los cuales tiene un valor 320 UFC de los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 13*:*

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2

PUNTO 02				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	3.09
2	pH		6.5-8.5	7.33
3	Color	UPC	15	200
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.08
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	24.8
7	Alcalinidad	mg/L		39
8	DBO	mg/L	3	6.2
9	DQO	mg/L	10	12.6
10	Conductiv.	µs/cm	1500	895
11	STD	mg/L	1000	448
12	OD	mg/L	≥6	5.77
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	831

Fuente: Elaboración propia.

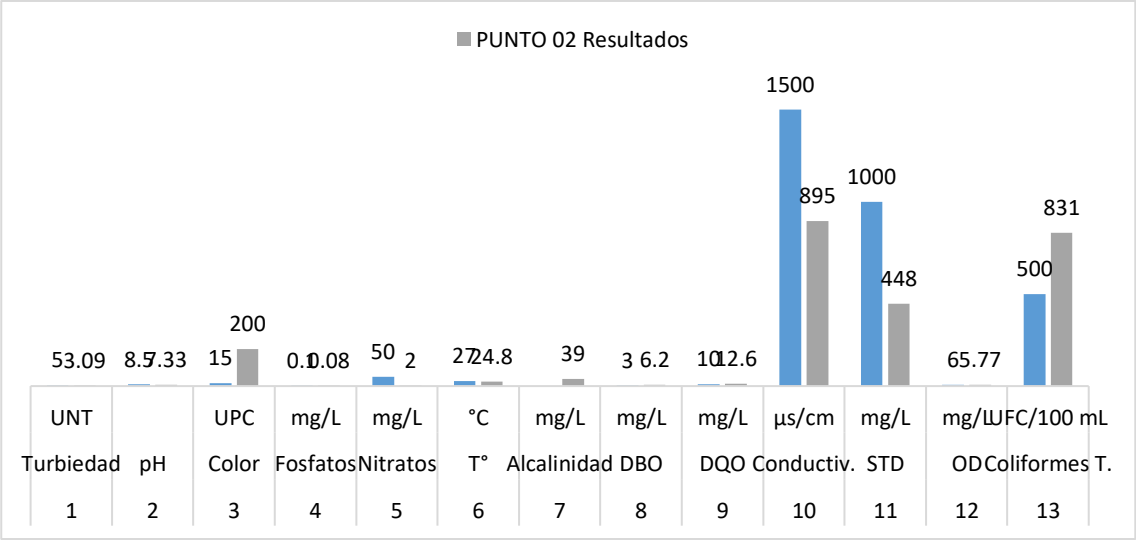


Figura 11: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2. (Fuente: Tabla 13)

Interpretación:

Para marzo en el punto (02), área donde se realiza la actividad arrocera, se

analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 3.09 UNT, cumpliendo con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 7.33; se ha encontrado 0.08 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma, pero su presencia indica que hay cierta actividad de agroquímicos; la temperatura tiene un valor de 24.8 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 6.2 mg/L no cumpliendo lo que exige la norma, pues en esta época al parecer hay poca actividad de tratamiento y manipulación de estas pozas, el DQO con un valor de 12.6 mg/L también sobrepasa el límite, y se explica de la misma forma que actúa el DBO; se encontró 895 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una deficiente cantidad de oxígeno disuelto con 5.77 mg/L; lo mismo pasa con los coliformes los cuales tiene un valor bastante elevado 831 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 14:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3

PUNTO 03				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	4.06
2	pH		6.5-8.5	7.36
3	Color	UPC	15	290
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.08
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	24.5
7	Alcalinidad	mg/L		55
8	DBO	mg/L	3	3.4
9	DQO	mg/L	10	5.2
10	Conductiv.	µs/cm	1500	680
11	STD	mg/L	1000	340
12	OD	mg/L	≥6	7.5
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	618

Fuente: Elaboración propia.

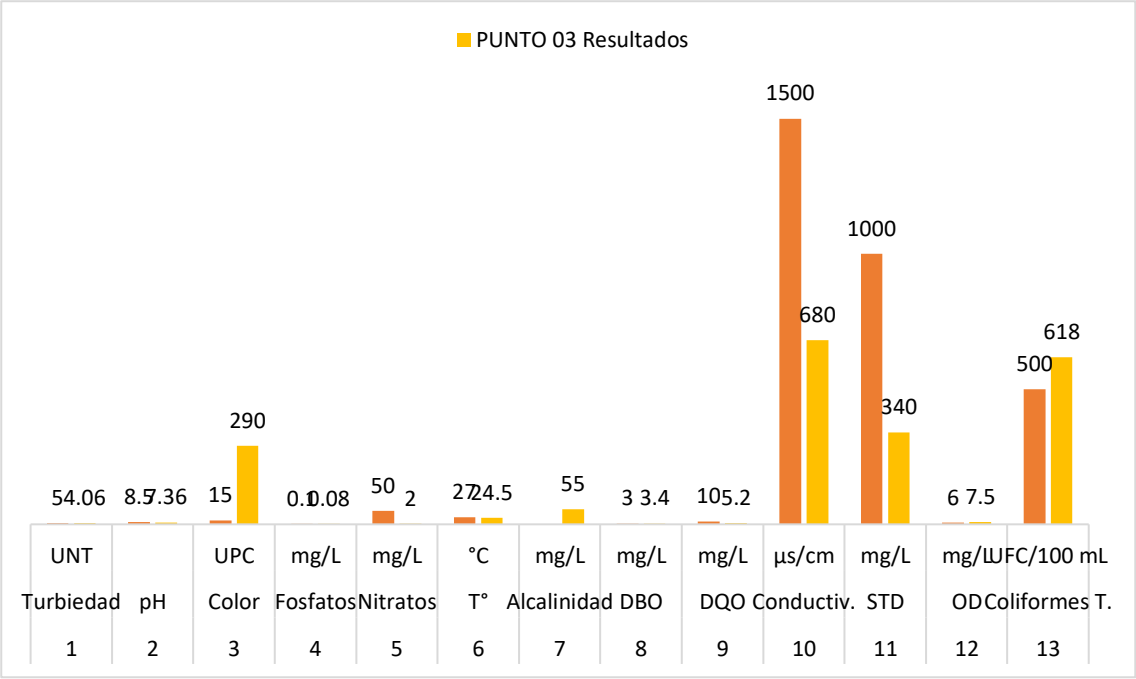


Figura 12: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3. (Fuente: Tabla 14)

Interpretación:

En el punto (03) , área donde también se realiza la actividad arrocera, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto es 4.06 UNT, el cual cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,que se explica por la época, en este mes se realiza después de la siembra la germinación de la semilla, la cual explica la baja turbidez; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 7.36; se ha encontrado 0.08 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma; la temperatura tiene un valor de 24.5 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 3.4 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 5.2 mg/L; se encontró 340 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, el oxígeno disuelto cuenta con 7.5 mg/L; los coliformes totales los cuales tiene un valor elevado con 618 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 15:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4

PUNTO 04				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	8.5
2	pH		6.5-8.5	8.66
3	Color	UPC	15	80
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.06
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	27
7	Alcalinidad	mg/L		62
8	DBO	mg/L	3	2.4
9	DQO	mg/L	10	5
10	Conductiv.	µs/cm	1500	522
11	STD	mg/L	1000	261
12	OD	mg/L	≥6	6.3
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	387

Fuente: Elaboración propia.

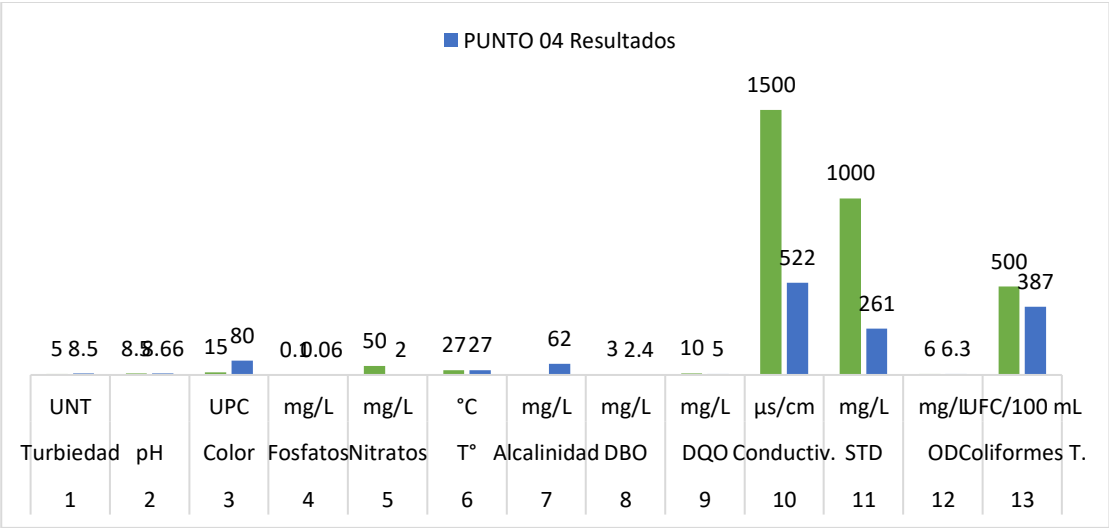


Figura 13: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4. (Fuente: Tabla 15)

Interpretación:

En marzo para el punto (04) , punto de monitoreo a la entrada de la laguna Azul, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 8.5 UNT, el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT; en este mes para el parámetro de pH está por encima del límite con 8.66, bastante básica; se ha encontrado 0.06 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma; la temperatura tiene un valor de 27 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 2.4 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 5 mg/L; se encontró 261 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto el oxígeno disuelto tiene 6.3 mg/L y los coliformes totales tienen 387 UFC de los 500 UFC que permite el estándar.

Resultados del mes de abril

Tabla 16:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1

PUNTO 01				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	139.3
2	pH		6.5-8.5	8.02
3	Color	UPC	15	500
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.08
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	23.5
7	Alcalinidad	mg/L		10
8	DBO	mg/L	3	9
9	DQO	mg/L	10	18
10	Conductiv.	µs/cm	1500	280
11	STD	mg/L	1000	140
12	OD	mg/L	≥6	9
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	450

Fuente: Elaboración propia.

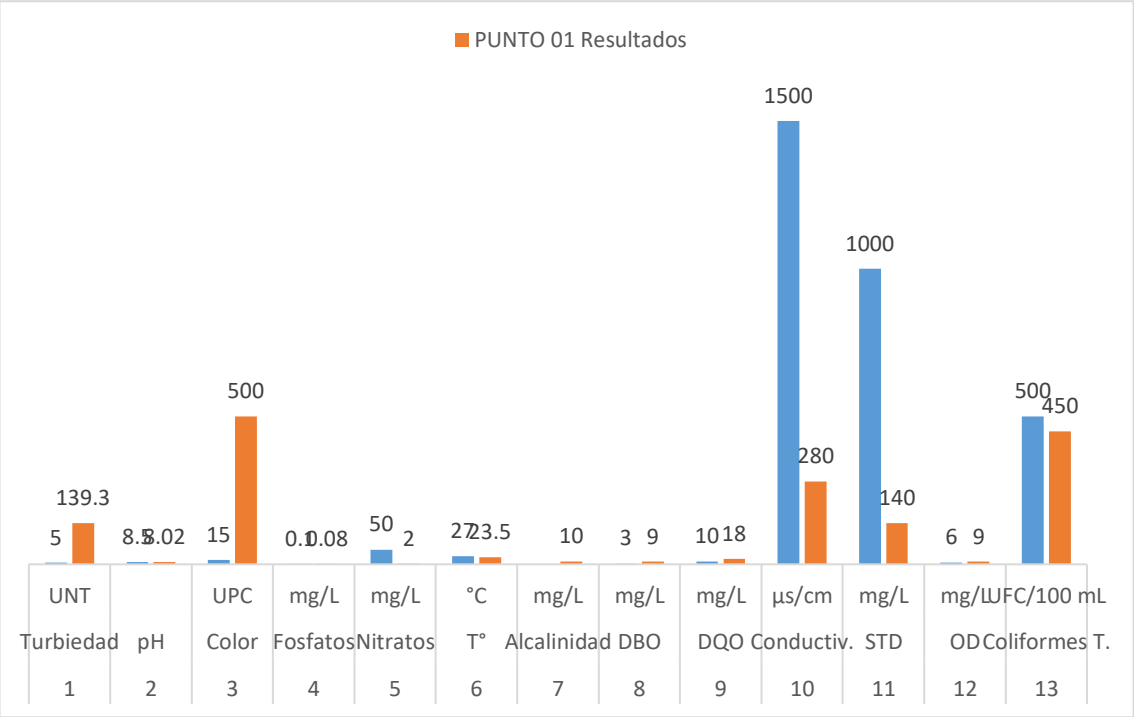


Figura 14: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 1. (Fuente: Tabla 16)

Interpretación:

Para el punto inicial en el mes de abril, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 139.3 UNT, el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 8.02; se ha encontrado 0.08 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma; la temperatura tiene un valor de 23.5 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 9 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 18 mg/L, estos dos parámetros en este mes, han sido bastante elevados, los cuales pueden ser consecuencia de los cambios en el clima; se encontró 140 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, el oxígeno disuelto tiene un valor de 9 mg/L, dentro del estandar; lo mismo pasa con los coliformes con 450 UFC de los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 17:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2

PUNTO 02				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	13.64
2	pH		6.5-8.5	7.4
3	Color	UPC	15	15
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.06
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	25.5
7	Alcalinidad	mg/L		15
8	DBO	mg/L	3	7.8
9	DQO	mg/L	10	15
10	Conductiv.	µs/cm	1500	785
11	STD	mg/L	1000	395.2
12	OD	mg/L	≥6	12
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	890

Fuente: Elaboración propia.

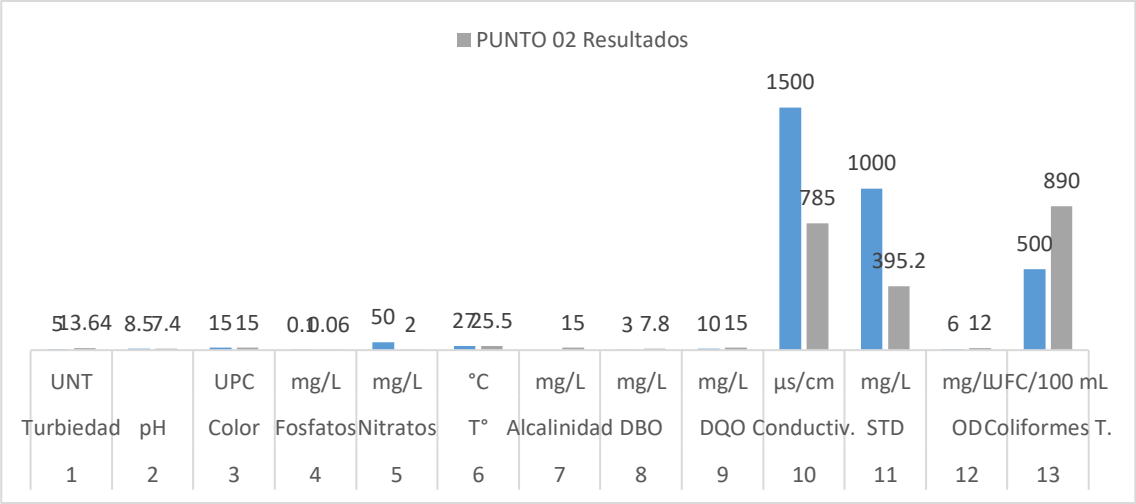


Figura 15: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 2. (Fuente: Tabla 17)

Interpretación:

En el punto (02) , área donde se realiza la actividad arrocera, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 13.64

UNT, el cual no cumple con DS 004-2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 7.4; se ha encontrado 0.06 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma; la temperatura tiene un valor de 25.5 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 7.8 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 15 mg/L; se encontró 395.2 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, en este punto se encontró una buena cantidad de oxígeno disuelto por 12 mg/L; lo coliformes totales los cuales tiene un valor bastante elevado con 890 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 18:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3

PUNTO 03				
ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	113
2	pH		6.5-8.5	7.51
3	Color	UPC	15	495
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.1
5	Nitratos	mg/L	50	2
6	T°	°C	18-30	25.5
7	Alcalinidad	mg/L		53
8	DBO	mg/L	3	11
9	DQO	mg/L	10	18
10	Conductiv.	µs/cm	1500	667
11	STD	mg/L	1000	332
12	OD	mg/L	≥6	14
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	683

Fuente: Elaboración propia.

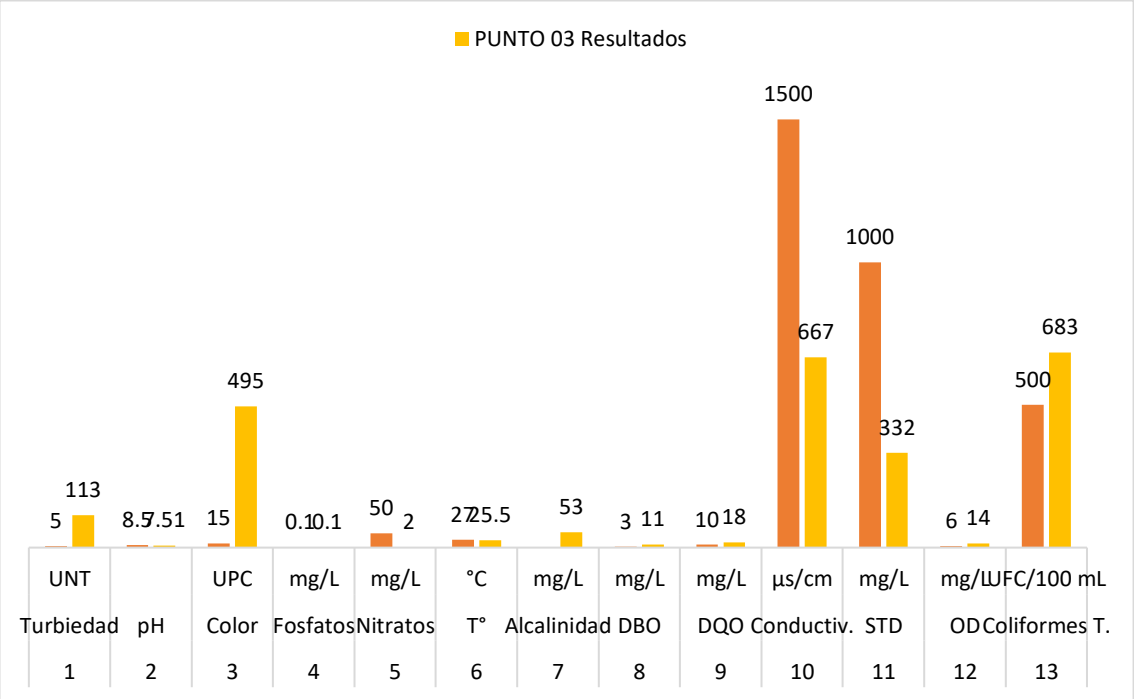


Figura 16: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 3. (Fuente: Tabla 18)

Interpretación:

En el mes de abril en el punto (03) , área de actividad arrocera, se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 113 UNT, siendo bastante elevado y no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 7.51; se ha encontrado 0.1 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 2 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma, pero su presencia indica que hay cierta actividad de agroquímicos; la temperatura tiene un valor de 25.5°C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 11 mg/L muy elevado para lo permitido e igualmente el DQO con un valor de 18 mg/L; se encontró 667 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, el oxígeno disuelto por la actividad tiene 14 mg/L, está acorde al estandar; en cambio los coliformes totales tienen un valor bastante elevado con 683 UFC sobrepasando los 500 UFC que permite el estándar.

Tabla 19:

Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4

ITEM	Parámetros	Unidad	ECAS- DS 004-2017 Categoría A1	Resultados
1	Turbiedad	UNT	5	18.47
2	pH		6.5-8.5	8.38
3	Color	UPC	15	95
4	Fosfatos	mg/L	0.1	0.06
5	Nitratos	mg/L	50	1
6	T°	°C	18-30	26.1
7	Alcalinidad	mg/L		62
8	DBO	mg/L	3	5
9	DQO	mg/L	10	9
10	Conductiv.	µs/cm	1500	560
11	STD	mg/L	1000	285
12	OD	mg/L	≥6	11
13	Coliformes T.	UFC/100 mL	500	452

Fuente: Elaboración propia.

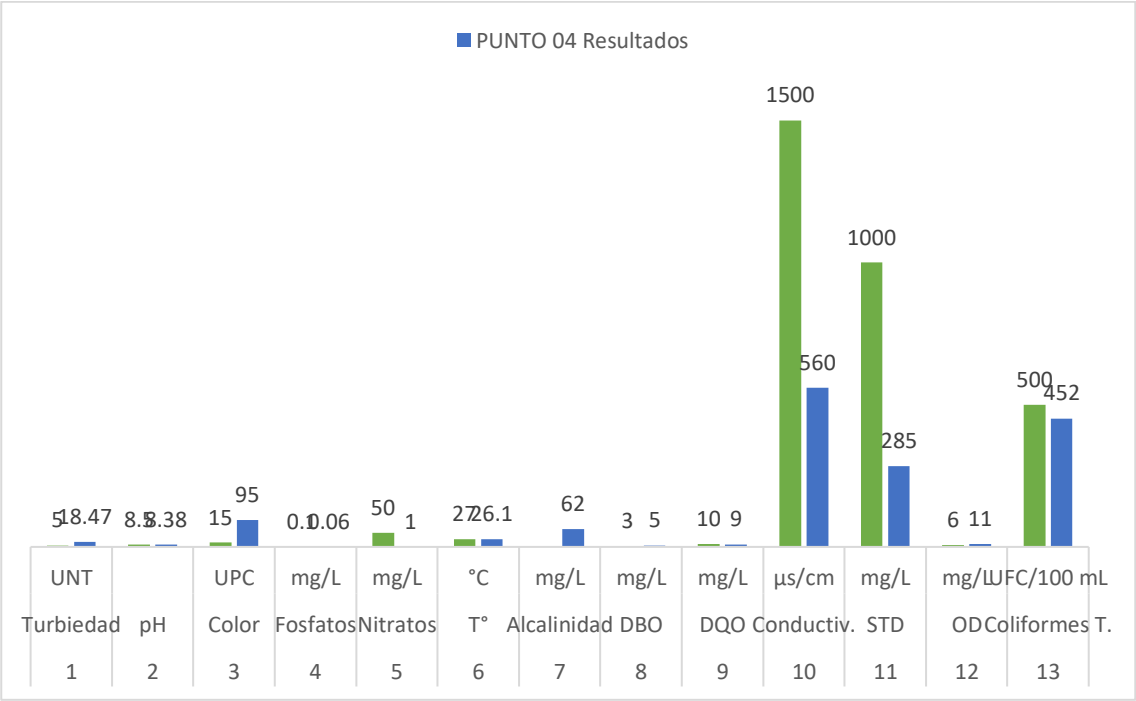


Figura 17: Variación de características físico-químicas y biológicas del punto 4. (Fuente: Tabla).

Interpretación:

Para este último mes de monitoreo en el punto (04) , se analizaron los siguientes parámetros: la turbiedad para este punto llega a tener un valor de 18.47 UNT, el cual no cumple con DS 004- 2017 MINAM de los ECAs, el cual nos dice que para la primera categoría A1 debe ser 5 UNT,; el parámetro de pH encontramos dentro del límite con un valor de 8.38; se ha encontrado 0.06 mg/L de fosfatos, y en cuanto a nitratos se encontraron 1 mg/L, estos dos parámetros están dentro de la norma, y su presencia es por arrastre del agua quebrada arriba; la temperatura tiene un valor de 26.1 °C estando dentro de la variación de tres que exige la norma; el valor del DBO_5 es 5 mg/L que nos permite el estándar e igualmente el DQO con un valor de 9 mg/L; se encontró 285 mg/L de solidos totales disueltos el cual está dentro de lo permitido por los estándares, el oxígeno disuelto está dentro del estándar con 11 mg/L; lo mismo pasa con los coliformes totales con 452 UFC de los 500 UFC que permite el estándar.

3.3. Variación de los parámetros para la determinación del ICA:

Tabla 20:

Variación de la turbiedad UNT

	Turbiedad				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	90	44.21	2.93	139.3	69.110
Punto 02	65	38.58	3.09	13.64	30.078
Punto 03	66	59	4.06	113	60.515
Punto 04	9.51	9.64	8.5	18.47	11.530
Promedio	57.6275	37.8575	4.645	71.1025	42.808125

Fuente: Elaboración propia.

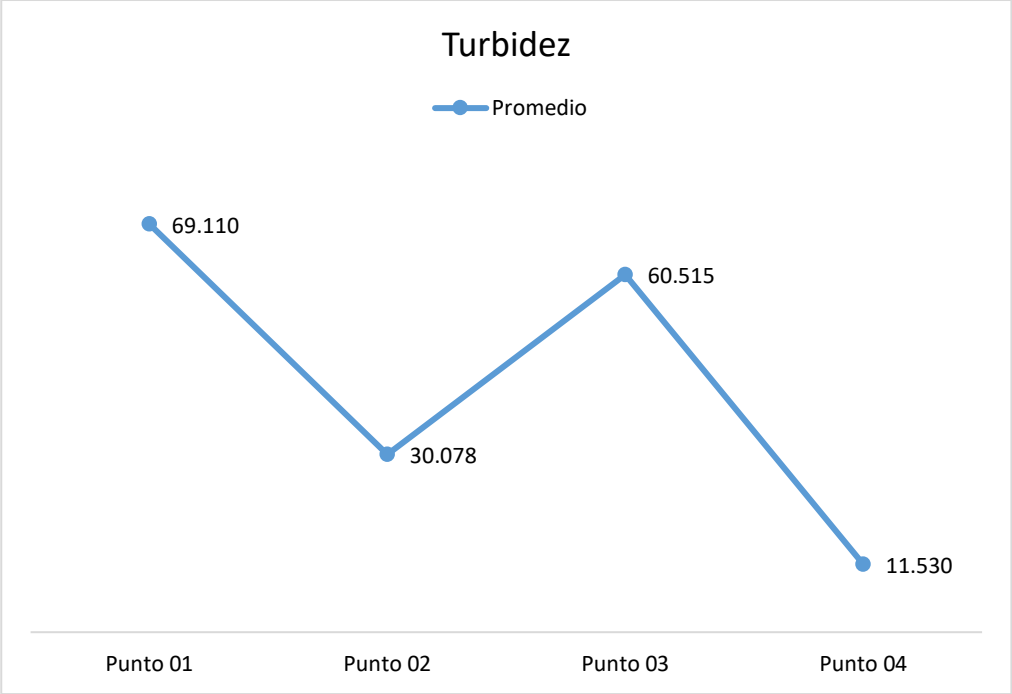


Figura 18: Variación de la turbiedad UNT. (Fuente: Tabla 20)

Interpretación:

Sabiendo que la mayor cantidad de agroquímicos son utilizados para el área de puntos de monitoreo P-02 y P- 03, la tendencia del parámetro turbidez es decreciente pues en el punto 01 y el punto 02 se han encontrado las mayores cantidades de turbidez, para el cual existen factores de tiempo y actividad, pues no en todos los meses se realizan las mismas actividades, y el tiempo a veces no es favorable, de cualquier forma este parámetro no cumple con lo estipulado en los ECAs.

Tabla 21:

Variación del pH

	pH				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	7.62	8.44	7.46	8.02	7.885
Punto 02	7.21	7.2	7.33	7.4	7.285
Punto 03	7.34	7.23	7.36	7.51	7.360
Punto 04	8	7.5	8.66	8.38	8.135
Promedio	7.5425	7.5925	7.7025	7.8275	7.66625

Fuente: Elaboración propia.

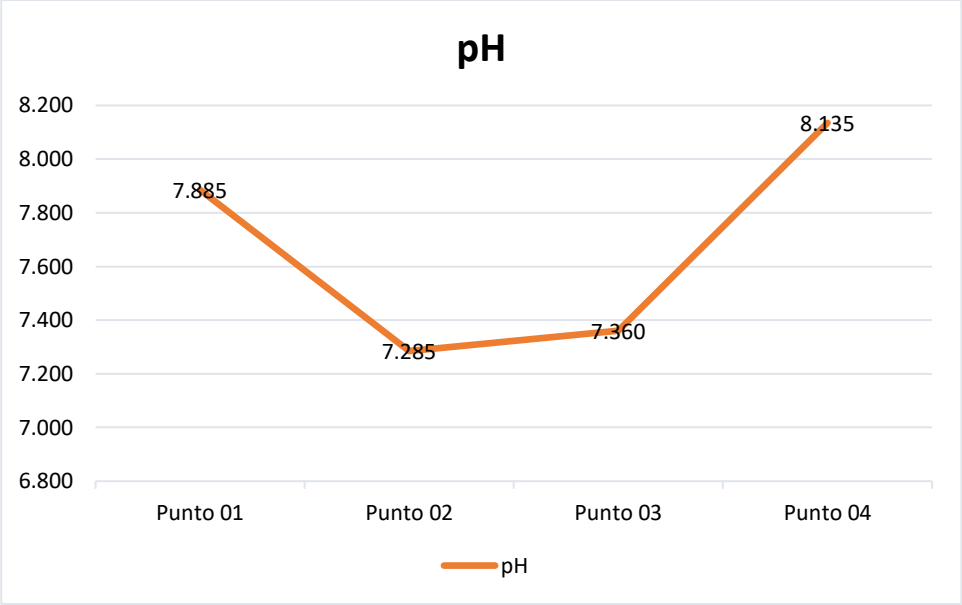


Figura 19: Variación del Ph. (Fuente: Tabla 21)

Interpretación:

El pH ha sido un parámetro variable pero dentro de lo permitido por el Estándar de Calidad de agua, de todos los resultados se ha demostrado que es en el punto 04 donde encontramos los valores más básicos, y es en el punto 02 donde por influencia de la actividad arrocera y los químicos utilizados en esa área, es mas bajo, pero no del todo pues un valor fundamental medido en los meses de febrero a abril, demuestran que la quebrada tiene un gran amortiguador que es la alcalinidad.

Tabla 22*:*

Variación del fosfato mg/L

	Fosfato				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	0	0	0	0.08	0.020
Punto 02	0.08	0.67	0.08	0.06	0.223
Punto 03	0.07	1.67	0.08	0.1	0.480
Punto 04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.055
Promedio	0.0475	0.6	0.055	0.075	0.194375

Fuente: Elaboración propia.

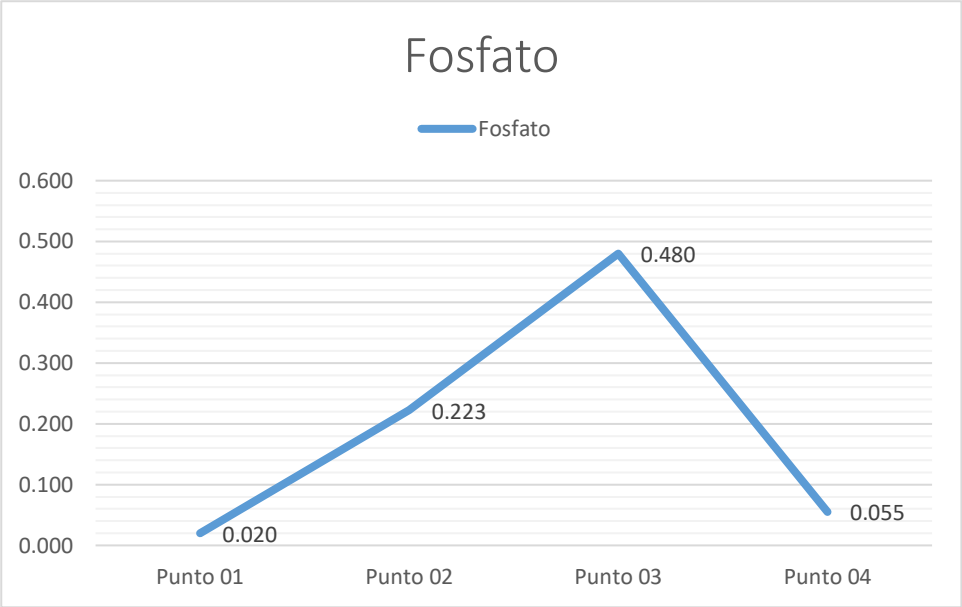


Figura 20: Variación del fosfato mg/L. (*Fuente: Tabla 22).*

Interpretación:

El fosfato es un parámetro que en el punto 01 no encontramos mucho su presencia, pues no hay influencia de algún compuesto utilizado, el punto donde se ha encontrado mayor concentración e incluso ha superado en un mes el estándar de 01 mg/L es en el punto 03, ya para el monitoreo en el último punto, esta ha sido disuelto de manera que vuelve a bajar.

Tabla 23:

Variación del nitrato mg/L

	Nitratos				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	0	4	3.5	2	2.375
Punto 02	2	2	2	2	2.000
Punto 03	3	2	2	2	2.250
Punto 04	3	2	2	1	2.000
Promedio	2	2.5	2.375	1.75	2.15625

Fuente: Elaboración propia.

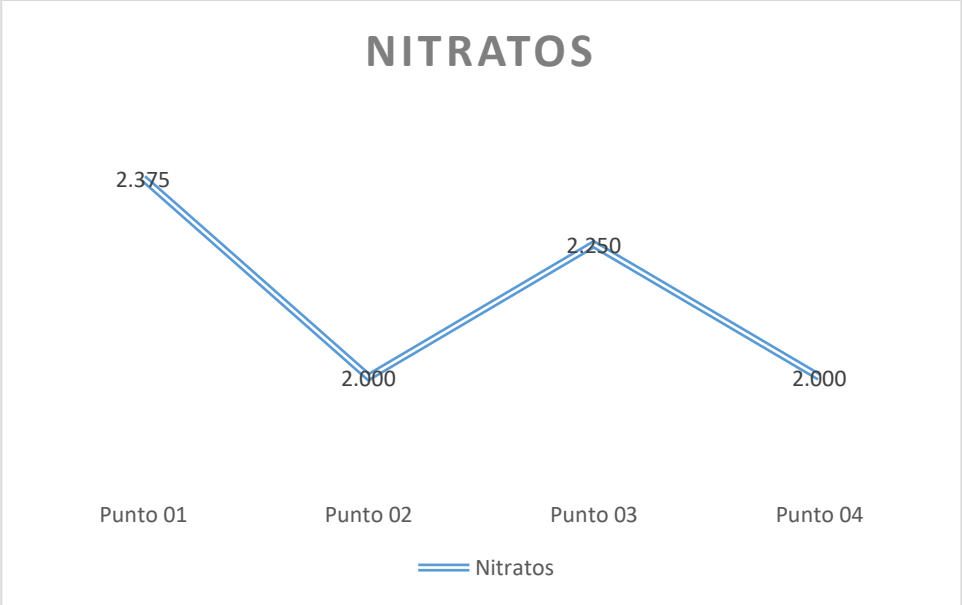


Figura 21: Variación del nitrato mg/L. (Fuente: Tabla 23)

Interpretación:

Para la determinación del comportamiento de los nitratos en la quebrada, se ha demostrado su baja concentración y su poca variabilidad, e influencia de la actividad, pues la cantidad de compuestos con nitrógeno generalmente son aprovechados en la zona donde se realiza la actividad, pues el abono tiene una especial importancia para esta zona y con la utilización de la urea ($CO(NH_2)_2$), garantizan una fructífera cosecha.

Tabla 24:

Variación de la temperatura °C

	Temperatura				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	23.6	24.4	24	23.5	23.875
Punto 02	25.1	24.7	24.8	25.5	25.025
Punto 03	26.7	26.1	24.5	25.5	25.700
Punto 04	27.5	28.5	27	26.1	27.275
Promedio	25.725	25.925	25.075	25.15	25.46875

Fuente: Elaboración propia.

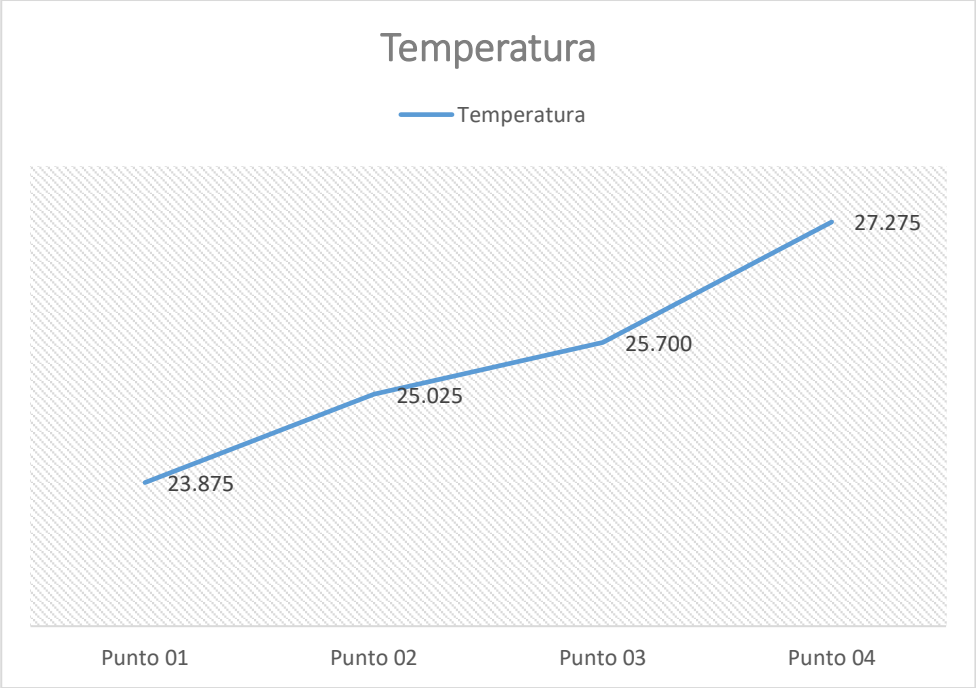


Figura 22: Variación de la temperatura °C. (Fuente: Tabla 24).

Interpretación:

La variación de la temperatura en todos los puntos está dentro de lo permitido por el Estándar de Calidad de agua, aunque las condiciones climáticas demuestran que las mayores temperaturas registradas fueron en el punto 04, zona de entrada de la laguna Azul.

Tabla 25:

Variación del DBO mg/L

	DBO				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	3	2.7	2.5	9	4.300
Punto 02	10	6	6.2	7.8	7.500
Punto 03	2	3	3.4	11	4.850
Punto 04	2	2.1	2.4	5	2.875
Promedio	4.25	3.45	3.625	8.2	4.88125

Fuente: Elaboración propia.

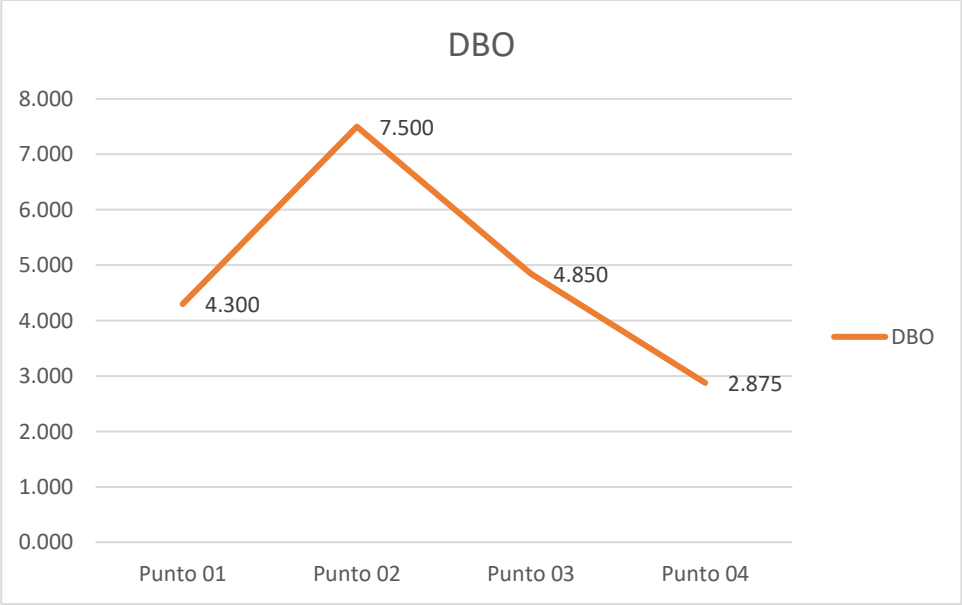


Figura 23: Variación del DBO mg/L. (Fuente: Tabla 25).

Interpretación:

La demanda bioquímica de oxigeno demuestra su elevado valor en el segundo punto medido, sobrepasando incluso lo establecido en los ECAs, los cuales permiten hasta 3 mg/L y como resultado más alto tenemos un 7.8 mg/L para el último mes, y todos los valores más alto registrado fueron en el segundo punto, zona donde inicia el área de la actividad agrícola, esto explica la gran cantidad de microorganismos que viven en las pozas las cuales hacen propicias para la proliferación.

Tabla 26:

Variación de los Sólidos Totales Disueltos mg/L

	Solidos Totales Disuelto				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	280.5	269.9	195	140	221.35
Punto 02	405	493.8	448	395.2	435.5
Punto 03	616.6	498.8	340	332	446.85
Punto 04	355	352.5	261	285	313.375
Promedio	414.275	403.75	311	288.05	354.26875

Fuente: Elaboración propia.

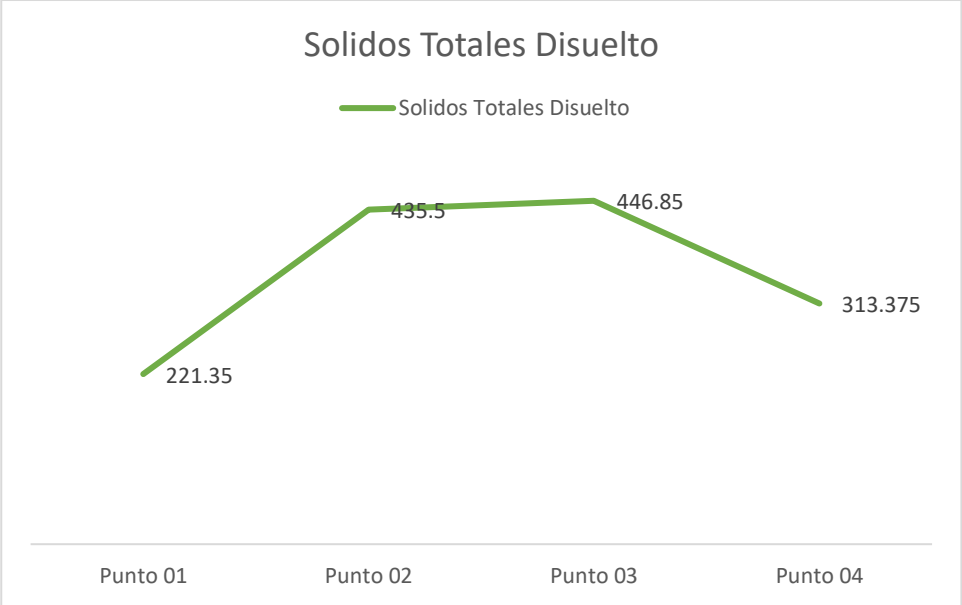


Figura 24: Variación de los Sólidos Totales Disueltos mg/L. (Fuente: Tabla 26).

Interpretación:

El parámetro de Solidos Totales Disueltos para la quebrada encontramos muy poco variable en todos los puntos de monitoreo y ninguno se excedió lo permitido por el estándar, en los puntos medios es que se encontraron los valores más elevados, aunque sin sobrepasar el valor del ECA.

Tabla 27:

Variación del Oxígeno Disuelto mg/L

	Oxígeno Disuelto				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	10.24	7.93	7.2	9	8.5925
Punto 02	8.57	5.81	5.77	12	8.0375
Punto 03	7.72	7.51	7.5	14	9.1825
Punto 04	7.72	6.07	6.3	11	7.7725
Promedio	8.5625	6.83	6.6925	11.5	8.39625

Fuente: Elaboración propia.

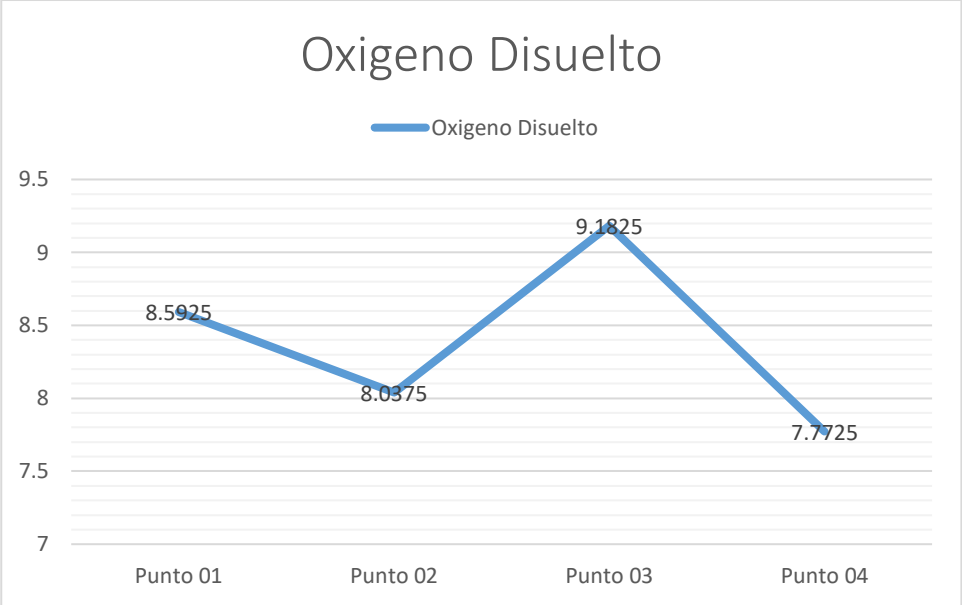


Figura 25: Variación del Oxígeno Disuelto mg/L. (Fuente: Tabla 27).

Interpretación:

El oxígeno disuelto ha sido un parámetro poco variable, a pesar de la gran cantidad de microorganismos y las reacciones que se dan en las pozas de arroz, no ha bajado y está dentro de la norma, se encuentra pasando el 6 mg/L que se exige, en el punto 02 y el último punto cuentan con los valores más bajos, pero es irrelevante pues cumples con los ECAs.

Tabla 28*:*

Variación de los Coliformes totales UFC/100 mL

	Coliformes totales				
Puntos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Punto 01	450	345	320	450	391.25
Punto 02	617	778	831	890	779
Punto 03	625	597	618	683	630.75
Punto 04	589	485	387	452	478.25
Promedio	570.25	551.25	539	618.75	569.8125

Fuente: Elaboración propia.

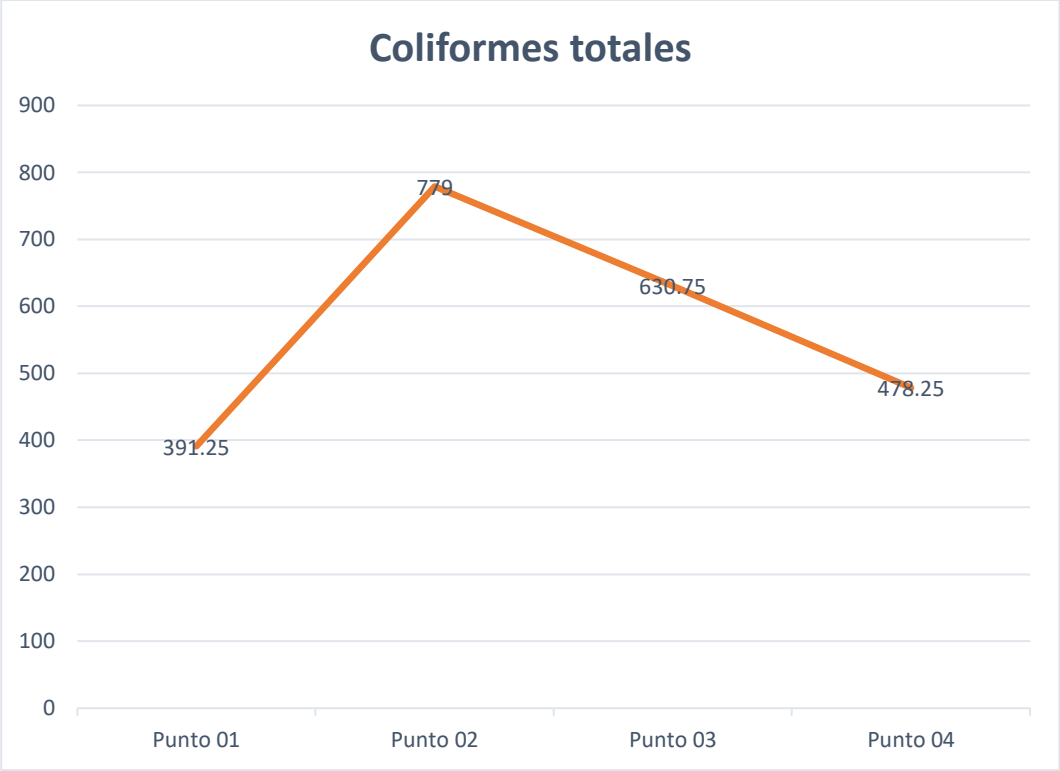


Figura 26: Variación de los Coliformes totales UFC/100 mL. (Fuente: Tabla 28)

Interpretación:

La curva que se registra para el comportamiento de los valores de los coliformes totales coincide bastante con el DBO_5, siendo el segundo punto donde se han contado las máximas cantidades de unidades formadoras de colonias, los cuales son organismos que viven en esta zona y abundan por la actividad microbiana, pero que conforme recorre la quebrada hasta llegar el punto último, este baja, hasta encontrarse dentro de los establecido en la norma, esto demuestra su autodepuración, entro con 391 UFC y salió con 478.25 UFC, la cual es posible siga bajando en algún otro punto de la laguna Azul.

3.4. Cálculo del índice de calidad del agua

Con los parámetros encontrados en todo el recorrido de la quebrada, se ha determinado la calidad del agua mediante la teoría de Brown, que finalmente nos mostrara un estado de calidad, mediante el cual podemos determinar su eficiencia.

Tabla 29*:*

Índice de calidad del agua de la quebrada Pucayacu

Parámetro	Punto de muestreo				Promedio	Valor de Q	Factor de revisión	Total
	P- 01	P- 02	P- 03	P- 04				
Oxígeno Disuelto	8.59	8.04	9.18	7.77	8.40	59	0.17	10.03
Coliformes totales	391.3	779	630.8	478.3	569.81	23	0.16	3.68
Potencial de Hidrogeno	7.885	7.285	7.36	8.135	7.67	91	0.11	10.01
Demanda Bioquímica de Oxigeno	4.3	7.5	4.85	2.875	4.88	59	0.1	5.9
Nitrato	2.375	2	2.25	2	2.16	83	0.1	8.3
Fosfato total	0.02	0.22	0.48	0.06	0.19	89	0.1	8.9
Temperatura	23.88	25.03	25.7	27.28	25.47	83	0.08	6.64
Turbiedad	69.11	30.08	60.52	11.53	42.81	43	0.08	3.44
Solidos Totales Disueltos	221.4	435.5	446.9	313.4	354.27	44	0.07	3.08
Temperatura ambiente	24.5				Índice de Calidad del agua (ICA)			59.98

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Se ha realizado el cálculo del índice de calidad del agua mediante la teoría de Brown, utilizando el promedio de los valores encontrados de todos los puntos monitoreados en la quebrada, nos muestra el valor calculado del índice siendo 59.98, el cual según la tabla 02: de la clasificación del índice de calidad nos dice que la calificación dada de la quebrada Pucaya, está dentro del tipo de agua regular (51- 70), este tipo de agua no es apta para consumo humano, y las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con

frecuencia el crecimiento de las algas; situación probable a tiempos futuros de la quebrada si esta no muestra un poder de depuración.

3.5. Discusión de Resultados

En una subcuenca del río Jabonal, Costa Rica, se caracteriza por el predominio de extensas áreas dedicadas a la producción ganadera, por esto se realizó una investigación titulada: "Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica", se evaluó la calidad del agua a través de análisis físico-químicos y bacteriológicos, demostrando que la calidad del agua tuvo alteraciones importantes debido al cambio de uso de suelo; Los parámetros de calidad de agua que excedieron el nivel crítico para consumo humano fueron la demanda química de oxígeno, los sólidos suspendidos, el fósforo total y coliformes fecales y totales (Astorga et.al., 2006); en la presente investigación se ha determinado la el índice a través de los análisis físicos químicos y bacteriológicos, para el cual, el DBO ha excedido lo establecido en la norma y loa coliformes totales que exceden en gran manera la cantidad establecida, el resto de parámetros están dentro de lo normal, exceptuando también la turbidez que excede y los fosfatos que tienen cierta presencia con tendencia mayor a elevarse, la gran mayoría de estas están por influencia de la actividad, la cual en un espacio de recorrido se va depurando.

"La influencia de los cambios de los usos del suelo en la calidad de las aguas de la Bahía de Cullera", En este estudio se analizan los usos del suelo demostrando que durante la temporada estival los problemas se agravan por la multiplicación de la población, esto aumenta dramáticamente el volumen de agua residual descargada y se vierten los excedentes directamente al mar sin ser tratados. Por tanto, el impacto negativo perjudica a todo el ecosistema. Se produce un aumento de la concentración de nutrientes, lo cual da como resultado un agua contaminada y eutrofizada con tan baja calidad que amenaza el equilibrio ecológico, económico y social de la ciudad. (Jaramillo J., 2013). El problema estudiado para la laguna Azul, también ha sido por el vertimiento directo de los residuos y lixiviación de las aguas residuales de uso agrícola que tienen valores elevados para épocas de siembra y germinación, de todas formas, el impacto del mal uso y disposición del agua es negativo y perjudicial dela misma forma.

En un estudio realizado en Armenia, Colombia; denominado “Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida, departamento del Quindío”, Ocampo (2013), determinó que la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida posee una composición típica de las Aguas Residuales Domésticas (ARD), las cuales le aportan gran cantidad de sólidos de tipo orgánico principalmente, produciendo un impacto ambiental negativo de tipo sinérgico a la quebrada dado por la acumulación de vertimientos en la zona urbana, generando contaminación hídrica. En la presente investigación se ha determinado que la quebrada tiene características de un agua residual, por las características negativas de un proceso de eutrofización de acuerdo a la actividad descrita (agricultura con agroquímicos), la cual puede hasta el punto final intenta autodepurar, pero no del todo pues en la entrada de la laguna también existe presencia de ciertos contaminantes, pro el vertimiento del mismo.

En un estudio realizado en la subcuenca del río Jabonal, en Esparza, Costa Rica, denominado “Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica” Auquilla (2005), Los resultados mostraron que la principal razón para la variación de la calidad del agua fue el cambio de uso de suelo en las fincas ganaderas, siendo los potreros, establos y asentamiento humanos los que más contribuyen a la contaminación. No obstante, entre las épocas de monitoreo no se registró diferencias en la mayoría de los parámetros fisicoquímicos que fueron considerados; a diferencia de la ganadería que contribuye bastante carga orgánica al agua, esta actividad agrícola ha demostrado su influencia en ciertos parámetros químicos y biológicos, pues sus grandes variaciones en los diferentes puntos y los meses han recaído en la influencia de su calidad, se consideró de gran importancia los nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos, coliformes totales, oxígeno disuelto por ser principales para determinar el índice.

Ariza (2016) en su investigación llamada “Determinación de la calidad del agua a través de la identificación de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca Arroyo la quebrada, departamento de La Guajira, Colombia”, la caracterización biológica de la microcuenca, en su parte alta, media, baja, se realizó recolectando, se pudo evidenciar la presencia de 26 familias de macroinvertebrados, de las cuales 11 pertenecen a aguas

medianamente contaminadas, siete a aguas muy limpias y ocho a aguas contaminadas, determinando que el agua del Arroyo la quebrada no es apta para consumo humano; contrastando con los estudios biológicos de la presente investigación, se ha encontrado bastante presencia de unidades formadoras de colonias, microorganismos presentes en aguas contaminadas, la cual al realizar el estudio del índice de calidad, se ha logrado demostrar que esta quebrada no es apta para consumo humano de igual forma.

Un informe de la FAO (2013), llamado "Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?" afirma que el estrés hídrico también se produce por las aguas residuales y la escorrentía de las ciudades, por los excesos de fertilizantes agrícolas y por otras causas de contaminación hídrica. Esta contaminación produce, entre otras cosas, la eutrofización de las aguas superficiales trayendo consigo la proliferación de algas; lo que en concordancia con lo estudiado en la tesis, se ha determinado la influencia y el grado de contaminación que los fertilizantes usados para la agricultura en el área afecta la escorrentía del agua, pues existe en los puntos más cercanos gran cantidad de DBO_5, el cual es un indicador de crecimiento y proliferación de organismos como las algas, que consumen nutrientes y como nos dice la FAO, estos nutrientes son resultados de la eutrofización del agua. Además, la contaminación del agua empeora la escasez al reducir la cantidad de agua segura para el consumo humano. Los mismos factores provocan hipoxia (agotamiento del oxígeno) en los estuarios y en el agua de esta laguna, pudiendo decir que es un problema tanto para el medioambiente como para las economías locales que dependen del turismo.

Según Ayers y Wescott (1987), en la "Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias", estudio realizado por la FAO: Riego y drenaje en Roma, Italia; mencionan que la tendencia actual de evaluación de la calidad del agua para propósitos de riego es más cualitativa que cuantitativa, ya que el agua es un recurso cada día más escaso que debe ser manejado cuidadosamente dependiendo de las condiciones ambientales, el tipo de suelo y de cultivo, y de las condiciones económicas y sociales de los agricultores. La valoración cualitativa del agua para los diversos usos, en este caso hablamos del lixiviado del agua para agricultura, ha demostrado influir en la calidad y concentración de ciertos parámetros considerados como fundamentales para consumo humano.

En su estudio realizado en Boyeros, La Habana, Cuba; denominado “Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la Empresa de Cultivos Varios Sierra de Cubitas”, Bonet Pérez et al (2011) menciona que, en la agricultura de regadío la calidad del agua es un importante factor a considerar para la obtención de altos rendimientos agrícolas, además adquiere cada día más actualidad e importancia debido a la limitación de los recursos hídricos, al aumento de la contaminación de embalses y ríos y a la excesiva explotación de las aguas subterráneas. Estimando la calidad en el primer punto de monitoreo de esta investigación encontramos de acuerdo con los análisis a un agua aceptable y buena para utilización de riego e incluso apta para tratamiento con potabilización para consumo humano, pero esta misma quebrada en otro punto dentro de la actividad arrocera de la zona es afectada por la utilización de los agroquímicos, no se discute la utilización y la adecuada utilización del agua para estos cultivos, pero afecta el cauce cercano, pudiendo llegar afectar la calidad del agua de la laguna Azul.

Armas Napuchi (2010), en su investigación “Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, Loreto” concluye que la concentración de Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Fierro (Fe), oxígeno disuelto (OD) y aceites y grasas (A y G), en las aguas de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, superan los límites máximos permisibles establecidos en la R.J. Nº 291-2009-ANA y en la Norma, en todas las estaciones de muestreo; También menciona que los parámetros temperatura, pH, turbidez, Manganeso, Fierro y coliformes fecales presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año. Igualmente, en la presente investigación de la quebrada Pucayacu hemos demostrado que los parámetros de turbidez, fosfatos, DBO_5 y coliformes totales superan lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para el Agua (DS 004- 2017 MINAM), pero tienen sus variaciones también por las épocas ambientales como las actividades que se realizan por algunos meses.

CONCLUSIONES

La calidad del agua de la quebrada Pucayacu calculada mediante la teoría de pesos asignados de Brown, siendo el valor igual a 59.98, estando dentro de la clasificación de agua regular; siendo poco apta para consumo humano.

Los agroquímicos predominantes sé que utilizan en las actividades agrícolas fueron: Edonal, Bazuca, Cipermex (para insectos comunes en las plantaciones de arroz 1/4 L por hectárea, se mezcla con 200 L de agua), los abonos: Abono foliar 20-20 (se usan 2 kilos por hectárea cada kilo con 200 L de agua) y urea (3 sacos por hectárea), las cuales se vierten en la quebrada Pucayacu.

La variación de las características físico-químicas y biológicas del agua, estudiadas (temperatura, pH, turbidez, Solidos Totales disueltos, Nitratos, Fosfatos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO), Demanda Química de Oxigeno (DQO) y Coliformes Totales, han demostrado están en función al área donde se encuentra ubicada, la actividad que se realiza, y la temporada estacionaria del tiempo y la cosecha de arroz.

La relación que se establece entre la calidad del agua y la utilización de los agroquímicos, es fundamental y directamente proporcional a su utilización, pues los parámetros varían en función al punto central de utilización de los fertilizantes.

El Índice de Calidad del Agua; en todo el recorrido del agua de la quebrada Pucayacu, ha sido clasificada en el tipo de agua regular, esta clasificación que, según ICA, está en peligro probable de proliferación de algas, por contaminación.

Las actividades agrícolas, como la siembra y cosecha de arroz, influyen negativamente en las escorrentías superficiales de agua, como la quebrada Pucayacu, las mismas que se expresan en función de sus parámetros.

La utilización de agroquímicos afecta la calidad de agua den los puntos cercanos de la quebrada Pucayacu, con el aumento de la concentración de ciertos químicos lixiviados de su utilización.

La turbidez, es un parámetro que tiene gran influencia, en la calidad y estética del agua, la cual es resultado de factores climáticos y las actividades de trabajo que pudieron realizarse en ciertas temporadas en el área agrícola; eso se explica porque es un parámetro físico y no se encuentra influenciado por componentes químicos.

La quebrada ha demostrado tener una buena posibilidad de autodepuración, conforme tiene su recorrido, y a los análisis donde los parámetros que exceden van volviendo a su valor dentro de la norma.

El pH es poco afectado, demostrada en los valores donde mantiene valores constantes dentro de lo que exige la norma (6.5- 8.5 pH), esto ya que la alcalinidad del agua funciona como amortiguador

La cantidad de fosfatos, en la investigación ha demostrado su variable valor, influencia por la actividad agroquímica de la zona.

El mayor valor de fosfato se dio en el punto 02 en el mes de febrero son 1.67 mg/L, es que excediendo la norma, ha superado la concentración en gran manera para esta zona.

Los nitratos para este tipo de actividad cuentan con valores bajos y estables, pues en estas actividades son fuertemente aprovechadas por estos compuestos con nitrógeno, utilizadas en forma de fertilizantes y abonos como la urea.

La temperatura es un valor variable por el tiempo y la escorrentía de la quebrada, la cual ha permitido valores estables y aguas más frías a las de la laguna

Los valores de DBO_5 y coliformes totales están íntimamente relacionados en los puntos más altos y dentro de la zona arrocera, ya que estos son los que consumen cierto grado de oxígeno para sus actividades y proliferación.

El oxígeno disuelto en estas aguas es bajo e indirectamente proporcional con los valores del DBO_5, pero se ha respetado en casi todos los demás puntos su valor conforme a lo que se exige en la norma.

RECOMENDACIONES

Realizar un análisis periódico a manera de profundización y estudio neto de la influencia de la actividad agrícola en la zona.

En investigaciones posteriores realizar un análisis más profundo y enfocado de agua con el contenido de agroquímicos existente en volúmenes determinados.

Permitir la evaluación periódica de las descargas de aguas residuales de la actividad agrícola hacia la quebrada, pues esta llega directamente a la laguna.

Realizar evaluaciones en otros meses del año, los meses no evaluados, posteriores a abril, a manera de tener un dato más exacto del comportamiento de los parámetros evaluados.

Realizar un pretratamiento de estas aguas antes de realizar su vertimiento a la quebrada, en especial a las más cercanas a la laguna Azul del distrito Sause.

Alertar y concientizar el adecuado uso de agroquímicos a los productores y comerciantes de arroz, pues están generando gran contaminación a los suelos y con ello al agua.

Utilizar el agua para fines de riego de vegetales sería mejor que permitirle a la población su consumo directo antes de un tratamiento.

Realizar actividades de recuperación y concientización de este recurso hídrico, pues está categorizado según el índice de calidad del agua (ICA) como regular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aenor (1997) *Calidad del agua*. Medio Ambiente - Tomo 1. Recopilación de Normas UNE. España. Pág. 190-200.

APHA-AWWA-WEF (2005) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 21º Edición. New York. Estados Unidos.

Ariza (2016). *Determinación de la calidad del agua a través de la identificación de macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca arroyo la Quebrada, departamento de la Guajira*. Scientific International Journal. Vol 2. Colombia.

Armas (2010). *Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas.* (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional de San Martin. Perú.

Astorga, Auquilla, Jiménez (2006). *Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal.* Tesis ara maestria. Recursos Naturales y Ambientales. Costa Rica.

Auquilla (2005). *Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Jabonal*, Costa Rica. (tesis de pregrado). Turrialba. Costa Rica.

Ayers y Westcott (1987). *Calidad del agua en la agricultura*. Estudio FAO: Riego y drenaje. Roma, Italia.

Azabache (2008). *Influencia de la actividad antropogénica en la calidad de las aguas de uso doméstico de la quebrada Mishquiyaquillo,* en el Área de Conservación Municipal Almendra, Moyobamba. Concytec. Perú.

Barrenechea (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Lima: CEPIS/OPS. Perú.

Bonet & Calzadilla (2011). *Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la Empresa de Cultivos Varios Sierra de Cubitas.* Boyeros, La Habana. Revista Científica Técnica Agropecuaria. vol.20 Cuba.

Brown, Mcclelland, Deininger, Tozer (1970). *A Water Quality Index- Do We Dare?* Water and Sewage Works. Estados Unidos.

CEDEX – Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas (2003). Actividades técnicas y científicas. Perú.

DRASAM. (2009). *Plan Estratégico Sectorial Regional Agrario 2009 – 2015*. Tarapoto. Perú-

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). Informe: *Reutilización del agua en la agricultura*: ¿Beneficios para todos?. Roma. Italia.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2002). *Agricultura Mundial hacia los años 2015/2030*. Informe resumido. Roma. Italia.

FAO. (2015). *AQUASTAT* - Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura de la FAO – Perú.

Global Water Partnership (GWP) CENTROAMÉRICA. (2013). *Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico* (GIRH) a nivel municipal.

Hach Company (1997). *Determination of turbidity by nephelometry*. USEPA accepted method.

Henry & Heinke (1999). *Ingeniería Ambiental.* 2da Edición. México. Editorial Prentice Hall.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) (1997). *Estudio Nacional de la Diversidad Biológica*. Diagnóstico Nacional, Vol I. INRDGANPES. Lima, Perú.

Jaramillo (2013). *La influencia de los cambios de los Usos del suelo en la Calidad de las Aguas de la Bahía de Cullera* (Tesis para obtener el grado de maestro). Universidad Politecnia de Valencia. España.

Mendoza (2012). *Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba*. Perú.

Ministerio Nacional de Agricultura- MINAGRI. (2015). *Uso y manejo del agua.* Lima, Perú.

Novillo (2010). Índices de Calidad del Agua. Autoridad Nacional de Agua. Lima. Perú.

Ocampo (2013). *Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida, departamento del Quindío.* (tesis de pregrado). Universidad de Manizales. Armenia. Colombia.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE (2006). *Agricultura y Agua: Sostenibilidad, Mercados y Políticas*. Obtenido de: https://agua.org.mx/biblioteca/agricultura-agua-sostenibilidad-mercado

Paulet (1999). *Los recursos de agua y suelo para la agricultura y el desarrollo rural.* COMUNIICA. (11). Uruguay. Pág. 35-50.

Rapal (2010). *Contaminación y eutrofización del agua.* Uruguay. Edición: de RAPAL Uruguay.

Reolon (2010). *Indices de Calidad de Agua. Programa de formación iberoamericano en materia de aguas.* Buenos Aires. Argentina.

Rodier (1990) *Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar.* Barcelona. España. Ediciones Omega, S. A.

Ruiz (1998). *Hidroquimica. Análisis de Aguas Parámetros Físicos*. Universidad de Cartagena. Colombia.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). (2008). *Índice de Calidad del Agua General "ICA".* San Salvador. El Salvador.

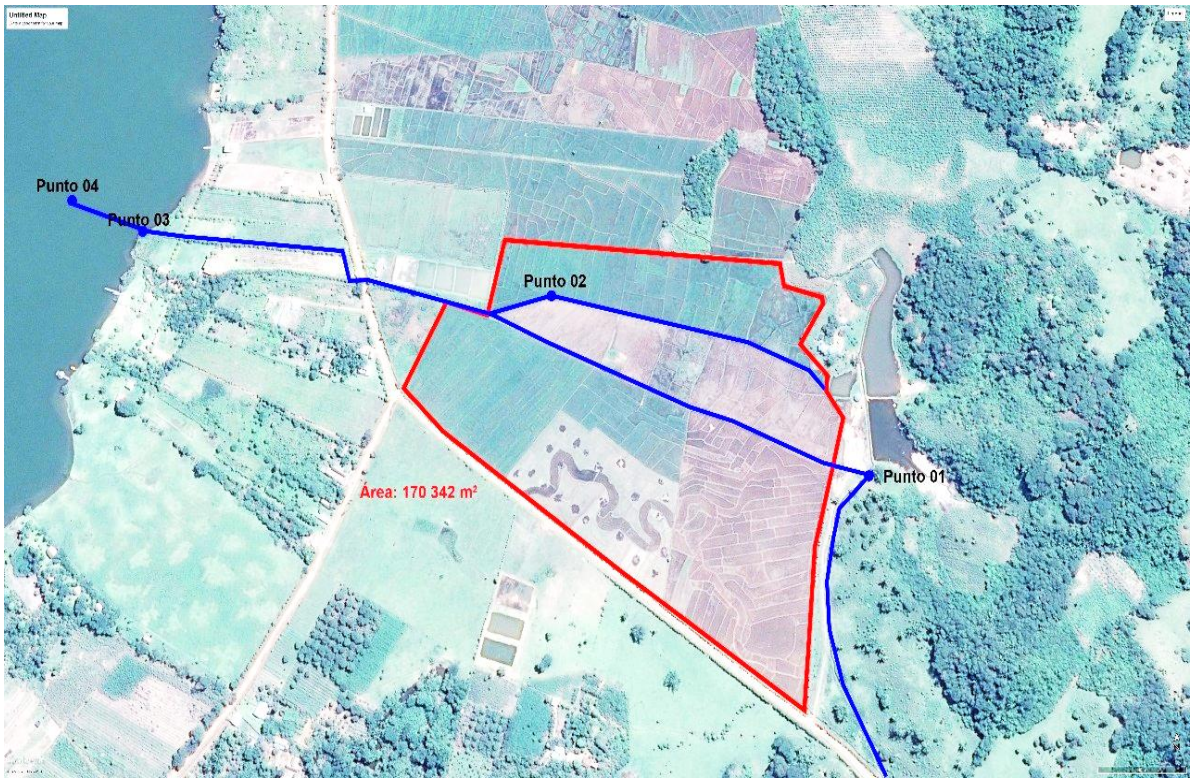
Sierra. (2011). *Calidad del agua-Evaluación y diagnóstico*. 1ª Edición. Medellín: Colombia. Ediciones de la U.

Torralba (2009). *Estado ecológico, comunidades de macroinvertebrados y de odonatos de la red fluvial de Aragón*. 1ª Edición. Zaragoza: Consejo Económico y Social de Aragón. España.

Valcarcel. (2009). *El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos.* La Habana. Cuba.

ANEXOS

Anexo 01: Puntos de monitoreo de la quebrada Pucayacu.



Anexo 02: Fotografía del punto 01 de la quebrada Pucayacu.

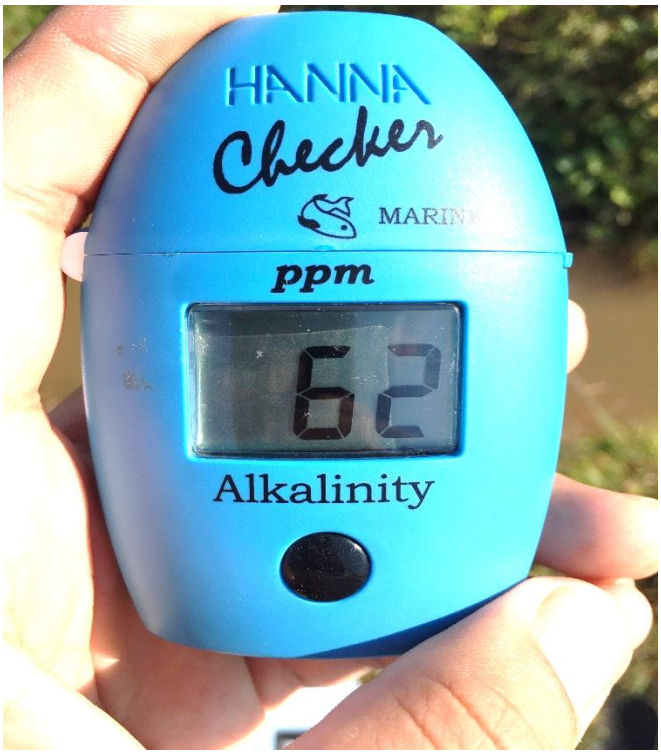
Anexo 03: Análisis de pH en punto 03 de área de estudio

Anexo 04: Reactivo Hach Nitrate, para la determinación de nitratos.

Anexo 05: Medición de fosfatos en la zona de estudio, punto 03

Anexo 06: Recolección de muestras para el análisis de DBO_5 en el punto 02

Anexo 07: Análisis de Alcalinidad con el instrumento Hanna Cheker



Anexo 08: Reacción química para la determinación de oxigeno disuelto

Anexo 09: Estándares de Calidad Ambiental DS 004- 2017 MINAM