



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE



**Universidad
Andina
del Cusco**

***INCIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN LA CONCENTRACIÓN
DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RÍO
CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020***

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO
DE DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**PRESENTADO POR: MSc. CARLOS ALBERTO
LIGARDA SAMANEZ**

ASESOR: DRA. MERY LUZ MASCO ARRIOLA

CUSCO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios, mi querida familia y especialmente a mi adorada hija Laura Cielo.



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José María Arguedas de Andahuaylas

A la Universidad Andina del Cusco



RESUMEN

Existen actividades antrópicas que influyen en las características de las aguas superficiales. El objetivo de la tesis fue evaluar las actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020, entre las coordenadas geográficas 13°46'45.2" Sur-73°18'46.1" Oeste y 13°35'26.2" Sur-73°27'01.1" Oeste, estudiándose diez puntos de muestreo (en época de avenida y estiaje) en los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Se aplicaron encuestas a 56 criadores de ganado vacuno, 54 criadores de cuyes, 52 productores de quinua y 55 productores de papa y maíz para describir estas actividades, se ha cuantificado la concentración de pesticidas organofosforados y organoclorados (métodos EPA), propiedades fisicoquímicas y microbiológicas (métodos APHA e instrumentales), El alcance de la investigación fue descriptivo y el tipo de diseño fue no experimental longitudinal, los datos se analizaron utilizando los programas R Studio, SPSS 25, Statgraphics centurión XVIII, Statistica V8 y Arcgis 10.6. Se identificaron las principales actividades agropecuarias que tienen relación con las propiedades estudiadas, no se han detectado valores significativos de pesticidas para los límites de detección de las metodologías utilizadas, sin embargo a nivel descriptivo se ha identificado el uso de varios productos veterinarios y agrícolas en la microcuenca, en el caso de la crianza de ganado vacuno se encontraron 3871 cabezas de ganado bovino, en la crianza de cuyes 695 productores, los cuales utilizan antihelmínticos comerciales que contienen diferentes principios activos, el control de moscas y ectoparásitos se realizan con insecticidas organofosforados y piretroides, en lo que respecta al cultivo de quinua se encontraron 313 productores, en el cultivo de papa y maíz se encontraron 849 productores, los cuales utilizan pesticidas y plaguicidas. Se logró determinar la variación espacial y temporal de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en los puntos de muestreo, las cuales se incrementan en los puntos donde existe descarga de aguas residuales, se determinó también mediante un análisis de componentes principales un deterioro incremental en la calidad del agua del río, lo cual es originado por las labores antropogénicas que se desarrollan en la cuenca; que posiblemente sean la causa de la presencia de enfermedades de origen infeccioso y parasitario en la población del área de estudio.

Palabras clave: Actividades agropecuarias, pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.



ABSTRACT

There are anthropic activities that influence the characteristics of surface waters. The objective of the thesis was to evaluate the agricultural activities that affect the concentration of pesticides, physicochemical and microbiological properties of the Chumbao river, province of Andahuaylas, Apurimac, the year 2020, between the geographical coordinates 13°46'45. 2" South-73°18'46.1" West and 13°35'26.2" South-73°27'01.1" West, studying ten sampling points (in flood and low water seasons) in the districts of San Jeronimo, Andahuaylas and Talavera. Surveys were applied to 56 cattle breeders, 54 guinea pig breeders, 52 quinoa producers, and 55 potato and corn producers to describe these activities, and the concentration of organophosphorus and organochlorine pesticides was quantified (EPA methods), The scope of the research was descriptive and the type of design was non-experimental longitudinal. Data were analyzed using R Studio, SPSS 25, Statgraphics centurion XVIII, Statistica V8, and Arcgis 10. 6. The main agricultural activities that are related to the properties studied were identified, no significant values of pesticides have been detected for the detection limits of the methodologies used, however at a descriptive level the use of several veterinary and agricultural products in the micro basin has been identified, in the case of cattle raising 3871 heads of cattle were found, In the case of raising guinea pigs, 695 producers used commercial anthelmintics containing different active ingredients, control of flies and ectoparasites is carried out with organophosphate and pyrethroid insecticides, 313 producers were found growing quinoa, and 849 producers were found growing potatoes and corn, which use pesticides and pesticides. It was possible to determine the spatial and temporal variation of the physicochemical and microbiological properties at the sampling points, which increase at the points where there is wastewater discharge. A principal component analysis also determined an incremental deterioration in the quality of the river water, which is caused by the anthropogenic activities developed in the basin, which are possibly the cause of the presence of diseases of infectious and parasitic origin in the population of the study area.

Keywords: Agricultural activities, pesticides, physicochemical and microbiological properties.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN EJECUTIVO

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Formulación del problema.....	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problemas específicos.....	14
1.3 Justificación.....	14
1.4 Objetivos de la investigación.....	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
1.5 Delimitación del estudio.....	16

CAPÍTULO II



2. MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes del estudio.....	19
2.2	Bases teóricas.....	33
2.3	Hipótesis.....	52
2.4	Variables.....	52
2.5	Definición de términos básicos.....	55

CAPÍTULO III

3. MÉTODO

3.1	Alcance del estudio.....	58
3.2	Diseño de investigación.....	58
3.3	Población.....	58
3.4	Muestra.....	59
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.6	Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	66
3.7	Plan de análisis de datos.....	66

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1	Resultados respecto a los objetivos específicos.....	76
4.2	Resultados respecto al objetivo General.....	101

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

5.1	Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos.....	105
5.2	Limitaciones del estudio.....	106



5.3	Comparación crítica con la literatura existente.....	106
5.4	Implicancias del estudio.....	116

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS



LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 01	Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad	45
Tabla 02	Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad	46
Tabla 03	Clasificación de los plaguicidas, según la familia química	47
Tabla 04	Operacionalización de las variables	53
Tabla 05	Puntos de muestreo según protocolo de monitoreo MINSA	60
Tabla 06	Características fisicoquímicas de calidad de agua	65
Tabla 07	Características microbiológicas de calidad de agua	65
Tabla 08	Pruebas de hipótesis estadísticas	68
Tabla 09	Datos generales de la crianza de ganado vacuno y cuyes	72
Tabla 10	Datos generales del cultivo de quinua, papa y maíz	75
Tabla 11	Distribución según la utilización de vermícidias e insecticidas por parte de los productores agropecuarios.	77
Tabla 12	Tabla resumen de productos químicos más utilizados.	78
Tabla 13	Coordenadas geográficas de los puntos analizados	80
Tabla 14	Resultados de pesticidas organoclorados en avenida y estiaje	82
Tabla 15	Resultados de pesticidas organofosforados en avenida y estiaje	83
Tabla 16	Distribución según la existencia de fuentes de agua cercanas a las actividades que desarrollan	84
Tabla 17	Tabla resumen sobre fuentes de agua cercanas y tratamiento de desechos	85
Tabla 18	Resultados de la variación espacial del nivel de oxígeno disuelto	86
Tabla 19	Valores promedio de OD por temporada	87
Tabla 20	Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno	87
Tabla 21	Valores promedio de DBO por temporada	88
Tabla 22	Resultados de nitratos	89
Tabla 23	Resultados de fosfatos	90
Tabla 24	Valores promedio de fosfatos por temporada	90
Tabla 25	Resultados de temperatura	91
Tabla 26	Valores promedio de temperatura por temporada	91
Tabla 27	Resultados de turbidez	92
Tabla 28	Valores promedio de turbidez por temporada	93
Tabla 29	Resultados de sólidos totales disueltos	93
Tabla 30	Valores promedio de STD por temporada	94
Tabla 31	Resultados de alcalinidad	95
Tabla 32	Valores promedio de alcalinidad por temporada	95
Tabla 33	Resultados de dureza	96
Tabla 34	Valores promedio de dureza por temporada	96
Tabla 35	Resultados de pH	97
Tabla 36	Valores promedio de pH por temporada	98
Tabla 37	Resultados de conductividad	98
Tabla 38	Valores promedio de conductividad por temporada	99
Tabla 39	Distribución según el tratamiento que se realiza a los desechos que se producen en las actividades agropecuarias	99
Tabla 40	Resultados de Coliformes totales	100
Tabla 41	Resultados de Coliformes fecales	101



LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 01	Ubicación de la cuenca del río Chumbao	17
Figura 02	Puntos de muestreo y actividades agropecuarias según protocolo de monitoreo	61
Figura 03	Puntos de muestreo en la cuenca del río Chumbao	81
Figura 04	Correlación de las variables para la época de lluvia	103
Figura 05	Correlación de las variables para la época de estiaje	103
Figura 06	Distribución espacial de las estaciones en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 2 en temporada de lluvias, río Chumbao, Perú	104
Figura 07	Distribución espacial de las estaciones en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 2 en temporada de estiaje, río Chumbao, Perú	104



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la coyuntura actual de la microcuenca del río Chumbao, se observan niveles elevados de contaminación ambiental, ésta se ubica desde el punto de vista de la geografía, entre las coordenadas $73^{\circ}38'$ y $73^{\circ}11'$ de longitud oeste y $13^{\circ}49'$ y $13^{\circ}34'$ de latitud Sur. Se observa también, que los niveles de altura sobre el nivel del mar, varían entre 2,000 a 4,800 msnm. Otro dato importante es que el cuerpo hídrico presenta un área total de 767.3 Km². Es importante de mencionar que el valle del río Chumbao, se ubica en su mayor medida entre los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, que es donde se encuentran la mayor cantidad de pobladores, que desarrollan diferentes actividades antrópicas. A nivel macro esta microcuenca pertenece a la provincia de Andahuaylas y región Apurímac, que se encuentra en la parte sur del Perú. El río nace en la parte alta del distrito de San Jerónimo, donde se encuentran las lagunas de Huachaccocha, Pacocchocha, Antacchocha y Pampahuasi, que están por encima de los 4000 msnm, existen diferentes arroyos que son afluentes del río a lo largo de su recorrido, desde las lagunas en la parte superior hasta el punto final de descarga ubicado en el río Pampas.

El agua fue siempre considerada en la cultura andina como una deidad, su presencia es ampliamente distribuida en la tierra, su calidad está asociada al uso al que esté destinada, pudiendo existir muchas posibilidades de utilización para consumo humano, riego, entre otras posibilidades.



En la actualidad se observa una mayor preocupación por este tipo de compuestos emergentes (incluyendo a los pesticidas organoclorados y organofosforados), ya que:

“son contaminantes que han pasado inadvertidos a lo largo de los años debido a sus bajas concentraciones, pero que presentan efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente, algunos de ellos se comportan, incluso, como disruptores endocrinos. Estos compuestos, en su mayoría, no regulados en la legislación, han sido hallados en aguas superficiales, subterráneas, sedimentos e incluso en aguas de abastecimiento. El presente estudio se centró en las aguas superficiales del río Chumbao, determinando la distribución de dichos productos (pesticidas organoclorados y organofosforados), y la incidencia que presentan con las fuentes de contaminación existentes en el área de estudio” (Vadillo, Candela, Jiménez, Urresti y Corada, 2016, p.1).

Las actividades que se desarrollan periódicamente en la cuenca de estudio, generan un daño al ambiente. Se conoce que las actividades agropecuarias originan serios problemas al ecosistema. El uso de productos obtenidos sintéticamente y que son de origen químico, tienen efecto indeseado en los cuerpos de agua dulce, por el contenido de principios activos que presentan, si bien es cierto que están presentes en pequeñas concentraciones, la literatura demuestra que, aun así, tienen una influencia poco favorable en la naturaleza.

“Los ríos pueden contaminarse en su trayecto desde el nacimiento hasta su desembocadura, y transportar y acumular contaminantes. Uno de los principales problemas de los ríos que trascurren por zonas urbanizadas es la contaminación con nitrógeno en las aguas de escorrentía pluvial. La mayoría de los ríos se ven afectados por las descargas de aguas usadas sin tratar provenientes de vertederos clandestinos, rellenos sanitarios, desechos industriales líquidos y sólidos” (Lugo y García, 1996).

Según el último Censo Nacional desarrollado en el Perú el año 2017, denominado XII de Población y VII de Vivienda. Los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, tuvieron una población de 21 915, 43 560 y 19 251 habitantes respectivamente, haciendo un total de 84 726 pobladores, La provincia de Andahuaylas pertenece a la región Apurímac y es considerada uno de los



lugares más importantes desde el punto de vista socioeconómico (Censo INEI, 2017).

El valle del río Chumbao actualmente se caracteriza por presentar contaminación, debido a las diversas actividades económicas que se desarrollan en las áreas circundantes a él. Este problema es reconocido por sus habitantes y autoridades, que preocupados, frecuentemente solicitan un diagnóstico de la situación real que atraviesa el río. Dentro de este escenario se hace indispensable priorizar proyectos de salud pública, para los cuales, un instrumento útil de diagnóstico es el presente estudio.

Es por estos motivos, que se reconoce la importancia de evaluar la situación actual de esta fuente hídrica a nivel ambiental, donde se identifique la intervención humana dentro de este ecosistema; y se determine el nivel de impacto que las mismas generan, y cómo estas nos determinan el uso y potencial de este recurso.

Choque, Ligarda, Ramos, Solano y Quispe en el año 2019, determinaron el uso al que se determina mayoritariamente el agua de la microcuenca altoandina del río Chumbao, el cual está orientado preferentemente a la agricultura y pastura limitada, se determinaron también los Índices de Calidad del Agua (ICAs) del mencionado río, los cuales están distribuidos en dos categorías: el primero la considera como Bueno y Muy malo según el índice NSF y el segundo lo considera como Excelente y Excesivamente contaminado para la vida acuática evaluada a través del índice Dinius, mientras que en los puntos lénticos (las lagunas de la cabecera de cuenca) presentan calidad excelente, lo que se determinó a través de un barrido UV-Vis en diferentes puntos.

Por lo mencionado anteriormente se hace necesario que se estudien las actividades agropecuarias prioritarias, así como su relación con las propiedades físicas, químicas y microbiológicas más importantes en el río Chumbao.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL



¿Cuál es la incidencia de las actividades agropecuarias en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1° ¿Cuáles son las actividades agropecuarias que inciden en los pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020?

2° ¿Cuál es la incidencia de la variación espacial y temporal en la concentración de pesticidas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020?

3° ¿Cuál es la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades fisicoquímicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020?

4° ¿Cuál es la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación desarrollada tiene justificación por los siguientes motivos:

a) CONVENIENCIA

El presente estudio se ha realizado con la finalidad de clarificar de manera adecuada, la relación de las actividades antropogénicas que se desarrollan en los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, con los niveles de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, ubicado en la provincia de Andahuaylas, región Apurímac.

b) RELEVANCIA SOCIAL

La obtención de las principales conclusiones en la investigación, tienen relevancia social, porque permitirán entender que el crecimiento antrópico que



se viene desarrollando en la microcuenca, viene generando contaminación en el medio ambiente, en especial en las fuentes de agua lenticas y loticas.

Los que se beneficiaran con la presente investigación son los pobladores de la provincia de Andahuaylas, en especial las personas que viven en el valle del río Chumbao.

c) IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

Los resultados que se obtuvieron sirven para entender el estado actual de contaminación del río Chumbao y su relación con las actividades humanas que se desarrollan en su entorno. El presente estudio ayuda a resolver la problemática ambiental que se presenta en el río Chumbao, brindando información sobre la influencia de las actividades agropecuarias en la concentración de pesticidas y propiedades fisicoquímicas, microbiológicas de esta importante fuente hídrica.

d) VALOR TEÓRICO

En el desarrollo de la investigación se han recogido conocimientos teóricos pertinentes al tema de estudio, conocimientos tomados de artículos científicos en revistas indexadas y resultados obtenidos en campo que fueron sistematizados y ordenados. Esto es un aporte práctico efectivo para que los investigadores en temas de estudio de cuerpos de agua se aproximen a nuestro tema, dicha información es un primer paso para entender a los contaminantes emergentes y su relación con las actividades antrópicas. No existe información sobre la contaminación de pesticidas organoclorados y organofosforados, así como también de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, por lo que es un vacío del conocimiento que se pretende llenar, por la poca o nula información del nivel de contaminación del río Chumbao.

e) UTILIDAD METODOLÓGICA

En la ejecución de la presente tesis ha sido necesario elaborar instrumentos de recolección de información primaria y secundaria, también se han



estandarizado métodos y protocolos en laboratorio, estos procedimientos y el análisis de componentes principales son un aporte desde el punto de vista metodológico, que otras investigaciones relacionadas a medio ambiente y desarrollo sostenible, pueden usar en el futuro. El enfoque metodológico que se ha utilizado en la presente investigación, constituye un aporte valioso para investigaciones futuras sobre contaminantes emergentes, porque es novedoso en el Perú.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1° Describir las actividades agropecuarias que inciden en los pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

2° Determinar la incidencia de la variación espacial y temporal en la concentración de pesticidas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020

3° Determinar la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades fisicoquímicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

4° Determinar la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

1.5 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1 DELIMITACION ESPACIAL



El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el río Chumbao y en los laboratorios de Control y Análisis de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA), ubicada en la localidad del barrio Santa Rosa, distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas del departamento de Apurímac. También se desarrollaron las pruebas de compuestos emergentes (pesticidas organoclorados y organofosforados) en el laboratorio especializado de Certificaciones del Perú (CERPER) de la ciudad de Lima. En la Figura 1 se muestra la ubicación de la cuenca del río Chumbao.

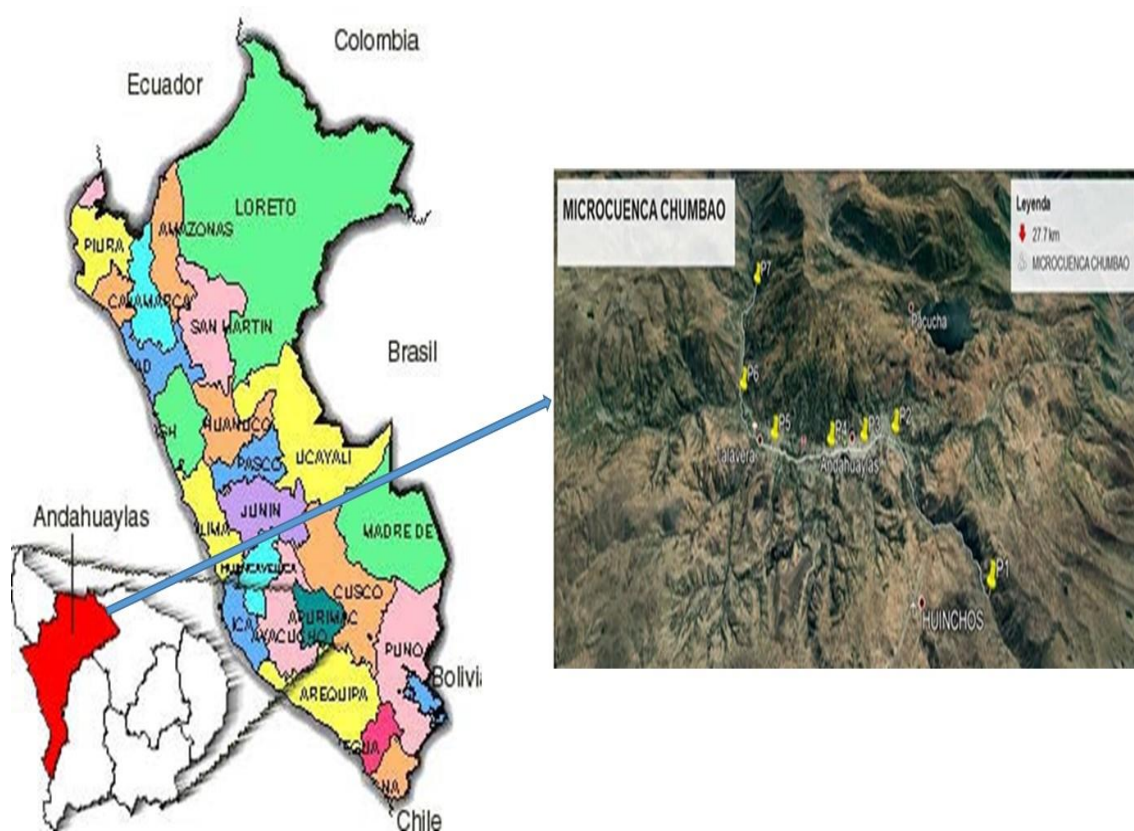


Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Chumbao.

1.5.2 DELIMITACION TEMPORAL

El desarrollo de la investigación en todas sus etapas, se realizó durante el periodo que abarca desde el mes de agosto del 2019 al mes de agosto del 2020, haciendo un total de 12 meses. El recojo de información de las propiedades estudiadas se desarrolló en dos épocas del año 2020, la primera durante la temporada de lluvias



en el mes de marzo del 2020 y la segunda durante la época de estiaje en el mes de agosto del 2020.

1.5.3 DELIMITACION SOCIAL

La población del presente estudio correspondió al río Chumbao y para las encuestas estuvo conformada por los pobladores de los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera cuyas actividades agropecuarias inciden en los contaminantes emergentes (pesticidas organoclorados y organofosforados) y características fisicoquímicas y microbiológicas del agua en el río Chumbao.



CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 ESTUDIOS INTERNACIONALES

Díaz y Granada (2018), desarrollaron un estudio en el río Bogotá en el municipio de Villapinzón Colombia, cuyo objetivo fue determinar el efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua mencionado. Se estudiaron las siguientes variables fisicoquímicas: mercurio, plomo, cromo, alcalinidad, dureza, carbono orgánico total, cloruros, color verdadero, conductividad, solidos totales disueltos, ortofosfatos, pH, sulfatos, turbiedad, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, temperatura, velocidad, profundidad y caudal. En lo que respecta a las variables microbiológicas se estudiaron: *Escherichia coli*, Coliformes totales, *Enterococcus faecalis*, y *Pseudomona aeruginosa*. El enfoque de la investigación fue descriptivo de tipo no experimental; en el que se monitorearon nueve puntos de muestreo desde el nacimiento del río Bogotá, hasta tres kilómetros debajo de la cabecera del poblado de Villapinzón.

Las conclusiones más relevantes de la investigación fueron las siguientes: Se observó que los resultados de las propiedades microbiológicas estuvieron por encima de los límites máximos permisibles aprobados para la norma colombiana, la estación que se encontraba en la parte alta del río no presentó contaminación importante. Se determinó la influencia de las actividades antropogénicas en la



contaminación orgánica de la cuenca a través de un análisis de componentes principales (ACP). Este deterioro indicó que existen valores de diferentes propiedades, que atentan contra la salud de los habitantes de la cuenca estudiada.

El artículo científico anterior se encuentra publicado en la revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, que se encuentra en cuartil cuatro e indexada en *Scopus*, permitió conocer cómo es que algunas actividades que desarrolla el hombre influyen en diversas propiedades del recurso hídrico que se estudió.

Ojeda y Santacruz (2017), estudiaron la quebrada de la Torcaza, localizada en Pasto-Nariño Colombia, en especial el cuerpo de agua que es afluente del Humedal Ramsar Laguna de la Cocha, el objetivo de su trabajo fue evaluar las actividades antrópicas y su influencia en la variación de diversas propiedades fisicoquímicas como: oxígeno disuelto, demanda bioquímica y química de oxígeno, pH, sólidos suspendidos, grasas y aceites. El enfoque de la investigación fue cualitativo de tipo no experimental; la toma de muestras se realizó en dos épocas del año, una en invierno y otra en verano, realizándose muestreos en cuatro puntos importantes de la quebrada.

En la investigación se desarrolló un diagnóstico de las actividades antrópicas y su incidencia en las propiedades fisicoquímicas estudiadas. En lo que respecta a resultados, se hizo una descripción del componente biofísico del área de influencia y su incidencia en la variación de las propiedades fisicoquímicas que se estudiaron, también, se identificaron las actividades antrópicas que se desarrollaban en el ámbito de estudio, además se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas del agua de la quebrada y se compararon con la normativa ambiental vigente en Colombia.

Las principales conclusiones del estudio que se destacan son las siguientes: la primera es que, se lograron identificar actividades antropogénicas del tipo agrícola, pecuaria, porcina y piscícola, que de manera no puntual inciden en pequeña proporción en las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico estudiado. La segunda es que, las propiedades fisicoquímicas estudiadas del agua de la quebrada, tienen buena calidad, según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles.

Esta tesis de maestría de la Universidad de Manizales, San Juan de Pasto,



Colombia, proporcionó información importante relacionada con el estudio de la incidencia de algunas actividades antrópicas, en las propiedades fisicoquímicas del cuerpo de agua estudiado.

Barragán *et al.*, (2020), realizaron un estudio en el municipio de Ibagué Colombia, el objetivo de la investigación fue evaluar la presencia de plaguicidas en el sistema de agua de la zona de estudio, los resultados se compararon con la normativa ambiental en el mencionado país. Se identificaron también, las actividades antrópicas que afectan la calidad de las aguas superficiales a través de visitas de campo, mediante la aplicación de una ficha técnica de recopilación de información económica y sanitaria. El desarrollo del trabajo se realizó entre septiembre y diciembre del año 2017, durante este período se realizaron tres recorridos por la cuenca hidrográfica estudiada.

Las muestras de agua fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Aguas y Suelos de Colombia, acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y el Programa Inter laboratorio de Control de Calidad de Aguas Potables de Colombia. Se determinó la presencia de plaguicidas organoclorados como el alfa-BHC, heptacloro, aldrin, epóxido de heptacloro y sulfato de endosulfán; no se identificaron carbamatos ni pesticidas organofosforados. Los resultados estuvieron por encima de los valores máximos admisibles de referencia en la normativa colombiana.

Se conoce que sustancias como pesticidas organofosforados, organoclorados, carbamatos y piretroides se encuentran entre los plaguicidas más utilizados en el mundo. Los compuestos organoclorados resisten la biodegradación, se acumulan en el medio ambiente y se convierten en contaminantes persistentes que se han detectado en tejidos de animales y humanos. Se conoce también, que tienen efectos adversos sobre el sistema endocrino, afectando la síntesis de hormonas tiroideas y sexuales.

La conclusión más relevante permitió evidenciar la desprotección de los recursos hídricos estudiados, lo cual está asociado a la presencia de actividades económicas, agricultura, minería, turismo y construcción que aumentan la carga contaminante en los recursos hídricos. Por lo tanto, se recomendó fortalecer el monitoreo de las fuentes de agua y promover una gestión oportuna de los peligros en las fuentes de agua.



El artículo anterior está indexado en *Scielo* Brasil y ha contribuido a entender la presencia de varias sustancias emergentes en los cuerpos de agua, lo cual es un grave riesgo para la salud humana, para lo cual se deben hacer monitoreos periódicos en los recursos hídricos.

Hernández y Hansen (2011), hicieron un estudio en Guasave zona costera del estado de Sinaloa, perteneciente a la cuenca hidrográfica del norte de México; el objetivo del trabajo fue evaluar cómo se ven afectados el agua y los sedimentos, por el uso de pesticidas organoclorados, en dos lugares donde se desarrollaban distintas actividades agropecuarias. Se recogió información del uso de plaguicidas en las zonas de estudio en entidades estatales pertenecientes a la Secretaría de Agricultura y Ganadería, se realizó también entrevistas a diferentes productores, se hicieron muestreos y análisis de pesticidas en estaciones ubicadas con un sistema de posicionamiento global, para lo cual se recolectaron un litro de agua en botellas de color ámbar, previamente lavadas y enjuagadas con hexano, que fueron transportados al laboratorio en condiciones de oscuridad y refrigeración.

Los resultados demostraron que existen productores que se dedican al cultivo de diferentes productos, entre los que destacaban el maíz, frijol, garbanzo, café y mango, se lograron identificar 25 grupos químicos de pesticidas, siendo el grupo más utilizado el de organofosforados, se logró determinar que los plaguicidas presentaban peligro, debido a que estos se transportaban y contaminaban a las fuentes de agua, cuando presentaban un bajo coeficiente de distribución y alta vida media.

La conclusión principal a la que llegaron los autores es que, se encontró una afectación al medio ambiente, por el uso excesivo de plaguicidas que se encuentran por encima de los valores establecidos por la legislación ambiental, para lo cual también se recomendó que se desarrollen monitoreos más frecuentes y por ende una mejor vigilancia a los recursos hídricos para una adecuada protección de la salud de los pobladores de la cuenca estudiada.

El artículo científico anterior está indexado en *Scielo* y ha servido para entender el comportamiento de la presencia de plaguicidas organoclorados en el cuerpo hídrico estudiado.

Martínez y Cruz (2009), estudiaron la zona ganadera de Xico perteneciente



al centro de Veracruz en México, el objetivo de la investigación fue determinar el uso de diferentes productos de naturaleza química, en las actividades agrícolas y pecuarias de la zona de estudio. Se estudiaron las principales actividades económicas entre las que destacó la ganadería, se aplicaron encuestas a los productores teniendo como población a un total de 187 miembros de asociaciones y una muestra no probabilística de 48 personas, lo cual representaba un veinticinco por ciento del total de productores asociados, el instrumento utilizado fue una encuesta que contenía 36 interrogantes cuyas preguntas estaban relacionadas a la ubicación, control de plagas, malezas y residuos de la actividad ganadera.

En lo que respecta a la crianza de ganado vacuno, las hectáreas disponibles para el desarrollo de esta actividad variaron de entre 1 a 80 Has, se encontraron un total de 1700 cabezas de ganado bovino que variaban entre 10 a 20 por establo, la mayor parte de la actividad se hacía al pastoreo, se observó que en todos los ranchos se utilizaban productos que contenían vermícidias e insecticidas para el control de parásitos, además se utilizaban herbicidas para controlar pastizales. La frecuencia de aplicación fue variable, lo que se observó es que se utilizaban varios desparasitantes comerciales (al menos quince productos), pero los que más se usaban, fueron productos que contenían fenbendazol, ivermectina, albendazol y levamisol como principios activos. Para el control de plagas se utilizaban productos organofosforados y piretroides, lo que llamó la atención fue que en la zona de estudio se utilizaba glifosato, el cual es un producto bastante peligroso cuya naturaleza es tóxica, que además afectaba a otros insectos beneficios y desde luego a la salud de los ganaderos de la zona de estudio.

El aporte de esta investigación que se encuentra indizada en *Scielo*, permitió conocer algunos productos agrícolas y pecuarios que se utilizaban en diferentes actividades antropogénicas, dicha información fue recogida a través de encuestas que se aplicaron a los pobladores del área de estudio, por lo que sirvió como base para la aplicación de dicha técnica e instrumento en la presente investigación.

Jurado, Bravo y Guerrero (2017), realizaron una investigación en la cuenca del río Pasto en el departamento de Nariño Colombia, el objetivo del trabajo fue determinar las sustancias tóxicas en los sedimentos del cuerpo de agua estudiado, para lo cual se llevaron a cabo análisis con bacterias bioluminiscentes durante dos



épocas del año (lluvias y estiaje), cuyos niveles de toxicidad estuvieron correlacionados directamente con la presencia de pesticidas organoclorados, organofosforados y carbamatos. Asociados también a las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollaban en la zona de estudio, como fueron el cultivo de papa, maíz y cebolla. Además, se midieron otras propiedades fisicoquímicas como: contenido orgánico total, pH, temperatura, granulometría, caudal y velocidad de corriente, también se cuantificaron la concentración de pesticidas organoclorados, organofosforados y carbamatos.

En base a los resultados obtenidos se determinó que la toxicidad encontrada estaría asociada a las condiciones climáticas, transporte de los plaguicidas a los cuerpos de agua, baja temperatura, neutralidad en el pH, topografía del terreno y bajos valores de contenido de materia orgánica.

La principal conclusión relacionada a las actividades agrícolas y pecuarias puntuales, deshechos de viviendas y lixiviados; es que posiblemente la toxicidad hallada no se deba a los pesticidas estudiados, sino más bien a otras sustancias que provienen de otros contaminantes emergentes. Por lo que se recomendó ampliar el estudio a otros tipos de contaminantes que se encuentran en menores concentraciones, como es el caso de deshechos de productos provenientes de fármacos, drogas sociales entre otros.

Esta investigación permitió conocer más sobre la relación de las actividades agropecuarias y los vertimientos puntuales de aguas residuales agropecuarias, domésticas y lixiviados en el tramo del río estudiado.

Vadillo *et al.*, (2016), estudiaron la cuenca hidrográfica del río Guadalhorce en Málaga España. El objetivo principal de la investigación fue conocer la situación de los recursos hídricos en el lugar de estudio y su relación con los compuestos emergentes, además se estudiaron la distribución e influencia de las actividades antrópicas que se desarrollaban en el ámbito geográfico mencionado. En el estudio se tomaron nueve puntos de muestreo diversos, en los que se midieron propiedades fisicoquímicas como: conductividad eléctrica, temperatura, pH, oxígeno disuelto, metales, isótopos de agua y sulfatos disueltos.

Los contaminantes emergentes que se estudiaron fueron en total 83 y solamente se detectaron 14 en las muestras de agua recolectadas, entre los compuestos que destacaban estaban los productos farmacéuticos, en especial el



Ibuprofeno, por otro lado, también se detectaron valores de cafeína.

El estudio permitió conocer la relación de los contaminantes denominados emergentes y las actividades antrópicas que se desarrollaban en la cuenca estudiada, los puntos de muestreo se georreferenciaron en un sistema de información geográfica (SIG). Para determinar la influencia de los compuestos emergentes se hizo un análisis de componentes principales, tomando en cuenta las concentraciones medidas en los nueve puntos de muestreo seleccionados.

La conclusión principal ha permitido determinar que los cuerpos de agua estudiados presentan contaminación con sustancias consideradas emergentes, además se comprobó una relación directa entre las actividades ganaderas que se realizaban en la cuenca y algunos contaminantes emergentes identificados. Otro aspecto importante encontrado, es que las fuentes de contaminación que estaban más cercanas a los puntos de muestreo, tenían una mayor incidencia en los compuestos estudiados, por otro lado, se recomendó que se desarrollen programas de monitoreo de los recursos hídricos menos estudiados.

Esta investigación permitió conocer más sobre los contaminantes emergentes y su relación con las actividades humanas que se desarrollaban en la ubicación geográfica estudiada; además permitió entender las metodologías modernas que existen para la cuantificación de estos compuestos, como es el caso de técnicas de cromatografía líquida y de gases acopladas a espectrómetros de masas.

Arbeláez (2016), Desarrolló una tesis doctoral para determinar los contaminantes emergentes, presentes en cuerpos de agua superficiales y sedimentos de plantas de tratamiento de aguas residuales, ubicadas en Cataluña España. El objetivo más relevante de la investigación consistió en desarrollar protocolos analíticos en laboratorio, para la determinación de tres familias de compuestos emergentes contaminantes, también se hizo su evaluación en el medio ambiente. Para lo cual, se utilizaron técnicas instrumentales modernas, como es el caso de la cromatografía líquida de alta eficiencia acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo.

Los resultados indicaron que los procedimientos utilizados permitieron lograr validez y confianza en los datos, además de que se encontraron métodos bastante sensibles y se hallaron pequeñas concentraciones de los contaminantes



emergentes estudiados (drogas sociales, productos farmacéuticos y edulcorantes), incluso en unidades que van en el orden muy pequeño (ng/L o ng/g) en las muestras estudiadas durante un año.

Las conclusiones más importantes del estudio, consideraron que los protocolos estudiados permitieron obtener límites de cuantificación muy bajos en las muestras que se analizaron; el análisis instrumental moderno utilizado demostró ser bastante sensible para la determinación de los contaminantes emergentes estudiados, los cuales se encontraban en concentraciones muy pequeñas.

La tesis anterior permitió entender mejor el comportamiento de algunos de los contaminantes emergentes presentes en aguas residuales, además, contribuyó a conocer diferentes metodologías modernas, como la cromatografía acoplada a espectrometría de masas, que permite obtener límites de cuantificación muy bajos y bastante sensibles.

2.1.2 ESTUDIOS NACIONALES

Custodio y Peñaloza (2021), estudiaron la cuenca hidrográfica del río Cunas en la sierra central del Perú, entre las coordenadas 11°45' y 12°20' latitud sur y 75°15' y 75°45' longitud oeste, el objetivo de la investigación fue determinar la variabilidad espacial y temporal de los indicadores fisicoquímicos de la calidad del cuerpo de agua estudiado. Para la elección de los puntos de muestreo se tuvo en cuenta las actividades antropogénicas que se desarrollaban, tomándose en consideración tres sectores S1, S2 y S3, en las que no se presentan actividades agrícolas ni contaminación de áreas urbanas, ya que dada la geografía del curso del río no fue posible establecer ninguna actividad, debido a lo accidentada de la zona. Los sectores S4 y S5, eran afectadas por actividades agrícolas y pesqueras. Los sectores S6 y S7 se veían afectadas por la presión antropogénica urbana, principalmente S7.

Se determinaron diversos parámetros fisicoquímicos en laboratorio como: pH, conductividad, temperatura, demanda bioquímica y química de oxígeno, fósforo total, nitrógeno total, turbidez y sólidos totales disueltos. También se cuantifico la concentración de plomo, cobre, hierro, zinc y arsénico.



Este estudio proporciona datos sobre el comportamiento espacial y temporal de los indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua en el río Cunas. El análisis de conglomerados clasificó el conjunto de datos de los sectores evaluados, en tres grupos según la similitud de los indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua, y reveló la influencia de procesos naturales y antropogénicos. La información obtenida a través de este estudio se puede utilizar para mejorar la gestión del agua en el río Cunas, especialmente en los sectores del área urbana.

El artículo anterior está indexado en *Science direct* y sirvió para identificar el tipo de muestreo que se hizo en la cuenca, además, permitió considerar las principales propiedades que se estudian para determinar la calidad del agua en un río.

Gamarra *et al.*, (2018), realizaron un estudio en la cuenca del río Utcubamba en la provincia de Chachapoyas perteneciente a la región Amazonas, su objetivo fue determinar las características cualitativas y cuantitativas del agua, también detectaron las principales fuentes de contaminación en el cuerpo hídrico estudiado. Se estudiaron, además, cuarenta y tres puntos de muestreo en dos épocas del año (estación seca y lluviosa). Se cuantificaron diversas propiedades fisicoquímicas como fueron: temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, nitratos, nitritos, fosfatos, sulfatos, amonio, demanda química y bioquímica de oxígeno, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes totales y fecales, *Escherichia coli* y estreptococos fecales. La elección de las características estudiadas se hizo en función de las actividades antrópicas que se desarrollaban en el área de estudio.

Las más importantes fuentes de contaminación que se reportaron, fueron las de tipo agrícola por el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, además, se identificaron residuos que provenían de las viviendas y que se descargaban directamente al río sin ningún tipo de tratamiento, también, se observó la presencia de actividad ganadera y otras actividades antrópicas.

Los autores utilizaron un análisis no paramétrico para determinar si existía diferencia estadística significativa entre los tramos de la cuenca y temporadas, también se hizo un análisis de correlación de Pearson para demostrar relaciones significativas entre las propiedades microbiológicas, las cuales indicaron que existe contaminación de origen fecal; otros indicadores considerados de



contaminación natural, fueron la dureza y alcalinidad; como contaminantes de origen agrícola se consideraron a la turbidez, nitratos, fosfatos y conductividad eléctrica.

El artículo anterior está indexado en *Scielo* y ha servido para poder identificar, las propiedades fisicoquímicas más importantes que se deben estudiar en los cuerpos hídricos, además de poder determinar la relación de estas, con las actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca de estudio.

Monteagudo (2016), realizó su estudio en el sector de Huancaco perteneciente a la provincia de Virú, departamento de la Libertad en Perú. Se establecieron diversos objetivos entre los cuales se destaca que, se buscaba determinar los tipos de los principales pesticidas que se usaban en la localidad de estudio, además de poder identificar los peligros que originaban estos en el medio ambiente y los eventuales problemas que podría ocasionar por el uso excesivo de productos sintéticos en los campos de cultivo.

La metodología utilizada en la investigación consistió en visitas de campo, ejecución de entrevistas, conversatorios con productores y profesionales entendidos en el tema. Para la sistematización de los resultados se utilizó matrices en *Excel*, incluyéndose cuadros estadísticos e información cualitativa según los tipos de datos recolectados.

Entre los resultados más importantes que se obtuvieron en el trabajo, destaca que el cien por ciento de los productores de la zona estudiada, utilizaban pesticidas de naturaleza química, se pudo apreciar que un pequeño grupo de ellos pretendían realizar un control biológico de las plagas, porque el mercado internacional de agro exportación exigía productos naturales.

Con respecto a las conclusiones, se logró evidenciar que gran parte de los agricultores entrevistados, indicaron que mejoraban sus rendimientos en campo, gracias al uso de los pesticidas, lo que originaba consecuentemente mejoras económicas en la venta de sus productos. Sin embargo, existían efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de los agricultores. La recomendación más importante, estaba orientada a fortalecer las capacidades de los productores, debido a que se observó, que gran parte de ellos desconocen la naturaleza química de los pesticidas y de los problemas que podían ocasionar al medio ambiente y salud humana.



La investigación resultó de importancia para conocer las actividades antrópicas que desarrollaban los agricultores del lugar de estudio, y el uso de pesticidas que ocasionaban daños al medio ambiente y la salud.

Trama (2014), realizó un estudio en el distrito de Vice perteneciente a la provincia de Sechura en la región de Piura. Su objetivo fue evaluar el efecto de los productos químicos utilizados en la actividad productiva del arroz, sobre poblaciones de macro invertebrados bentónicos y propiedades fisicoquímicas del agua en el manglar de San Pedro; también se evaluaron las condiciones en que se manejaban los agroquímicos por parte de los agricultores en el área de estudio seleccionado.

En lo que respecta al tipo de muestreo, este se realizó en tres estaciones relevantes (entrada de agua de río, drenaje principal y desembocadura), así como también en tres parcelas dentro del sistema de riego que se utilizó. Por otro lado, se aplicaron entrevistas semi estructuradas a un total de 102 productores de arroz de manera aleatoria; también se estudiaron parámetros fisicoquímicos como: pH, temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez y profundidad.

Para la determinación de los pesticidas se contrató los servicios de un laboratorio especializado, mediante cromatografía líquida y de gases acoplado a espectrómetros de masas en el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA).

Los resultados demostraron que las propiedades fisicoquímicas estudiadas, dependían de las actividades agrícolas que desarrollaban los productores en sus parcelas de cultivo, además se encontraron ocho plaguicidas de los cuales siete fueron considerados bastante peligrosos, entre los que destacaron: carbofuran, carbosulfan, etoprofos y fenvalerato, en el caso del clorobencilo se sabe que está prohibido su uso en el Perú desde el año 1999. Los valores de los plaguicidas encontrados, estaban por encima de los límites máximos permisibles para la normativa vigente. En el caso de las entrevistas, estas demostraron que la gran mayoría de los productores, no tienen los cuidados necesarios al momento de utilizar los pesticidas, observándose también, que no existía una adecuada disposición de los envases que se utilizaban en campo.



El trabajo de investigación anterior, permitió obtener conocimiento sobre la acción de los plaguicidas en la calidad de agua y las técnicas instrumentales que se utilizan para la determinación de estos.

Guerrero y Otiniano (2012), Realizaron una investigación en el valle de Santa Catalina, perteneciente a la cuenca hidrográfica del río Moche en el departamento de la Libertad, con la finalidad de estudiar el impacto producido por el uso de pesticidas en el ámbito geográfico delimitado, lo cual se hizo utilizando dos métodos de valoración en los sectores del el Moro, Vichanzao, Mochica Alta y Santa Lucía.

En lo que respecta a la metodología, se recogió información primaria de los productores, mediante la aplicación de encuestas en las que se consideraron preguntas que tenían que ver con el tipo de plagas y pesticidas de uso más recurrente, también se consideró interrogantes sobre el uso de elementos de protección personal durante la aplicación de los pesticidas, así como también preguntas sobre el almacenamiento y disposición final de los envases en campo.

Los resultados demostraron que los productores desconocían el manejo integrado de plagas, razón por la cual se usaban desproporcionadamente los pesticidas y otros contaminantes presentes en los cultivos. Además, se pudo apreciar el uso frecuente de plaguicidas en algunos de los sectores en estudio, lo que ocasionaba una disminución de la fertilidad de los suelos y pérdida de la entomofauna considerada beneficiosa para la actividad agrícola.

Por otro lado, también se pudo concluir mediante la valoración de los impactos, en base a la información obtenida sobre los factores bióticos, abióticos y económicos del lugar; qué existían impactos negativos debido a la carencia de programas de manejo de pesticidas, lo que se demostró que es un problema que afectaba a la salud de los pobladores de la zona de estudio.

En la investigación se recomendó el desarrollo de programas de capacitación sobre la importancia del manejo de los suelos, así como también el desarrollo de investigación que permita la obtención de productos que resulten más amigables para el medio ambiente.

El estudio que está publicado en la revista *Sciendo* de la Universidad Nacional de Trujillo, permitió conocer el impacto de los pesticidas en los



ecosistemas estudiados. Además, permitió tener una clara idea sobre las interrogantes que se debían considerar en las encuestas a los productores.

Guerrero y Chico (2011), desarrollaron una investigación en el valle de Santa Catalina en el departamento de la Libertad en Perú, el objetivo de su estudio fue determinar el uso y disposición final de los pesticidas en el ámbito geográfico delimitado. En el aspecto metodológico se hizo un muestreo no probabilístico, tomando en cuenta las ocho comisiones de regantes que tenían una población total de 1517 productores, de los cuales se extrajo una muestra representativa de 464 usuarios; se utilizó estadística descriptiva para poder procesar las encuestas que se aplicaron en campo.

En los resultados se pudo apreciar que el sesenta por ciento de los encuestados utilizaban pesticidas organofosforados, además de ello un treinta por ciento utilizaban carbamatos; por otro lado, se observó que la disposición final de los envases de estos productos químicos no fue la más adecuada, la mayoría de estos agroquímicos se encontraban tirados en los campos de cultivo como basura.

La principal conclusión permitió determinar a nivel descriptivo, que los pesticidas organofosforados son los que mayormente se utilizaban, evidenciándose una tendencia cada vez menor sobre el uso de pesticidas organoclorados. Dentro de las recomendaciones se destaca, que los involucrados deban establecer mecanismos de lucha integral de plagas, mediante el uso de formas de control más amigables con el medio ambiente.

El aporte del estudio permitió conocer el impacto de los pesticidas organofosforados y carbamatos en los ecosistemas estudiados.

Chung (2008), Desarrolló un artículo de revisión en el Perú, su objetivo fue realizar un diagnóstico situacional, sobre el control de compuestos agroquímicos en el país; para lo cual se buscó identificar las acciones que debían ser planteadas, para establecer los niveles de contaminación a los cuales estaban expuestos los pobladores del Perú. Se utilizó como metodología la búsqueda sistemática de información, acerca de la contaminación presente en el agua, aire, suelo y productos alimenticios, debido a que las actividades antrópicas que se desarrollaban. tenían una incidencia directa en la presencia de agroquímicos.



Fueron reconocidas sustancias sintéticas y biológicas como un riesgo para la salud humana, por su naturaleza tóxica; se logró identificar la importancia de la determinación cualitativa y cuantitativa del nivel de contaminantes, a través de técnicas instrumentales modernas, también se estableció que es necesaria una normativa acorde a la modernidad, debido a que producto del diagnóstico que se hizo, se observó que no existía normativa que regule la cantidad de contaminantes emergentes en los cuerpos de agua, lo cual es necesario para preservar la biodiversidad en el Perú.

La conclusión más importante del estudio, estuvo orientada a reconocer que, en el Perú no se conoce con exactitud los niveles de contaminación de compuestos tóxicos, debido a las actividades económicas que desarrollan los pobladores del país. Se debe realizar la cuantificación de estos contaminantes y establecer mecanismos normativos para controlar su presencia en el medio ambiente.

Este artículo de revisión está indizado en *Scielo* y permitió entender que en el Perú es necesario, que se establezcan estudios en los cuerpos de agua para la determinación de sustancias tóxicas, como es el caso de los pesticidas. Esto permitirá que, mediante el uso de técnicas instrumentales modernas, se puedan cuantificar las concentraciones pequeñas de sustancias emergentes y a su vez se pueda establecer normativa moderna que contribuya al cuidado de la salud de los pobladores de la nación.

Cruz (2017), realizó un estudio monográfico sobre el consumo de pesticidas en el Perú; dentro de sus objetivos se estableció analizar la evolución de la importación de estos insumos agrícolas, además, se estudió la demanda de agroquímicos en el mercado interno y se comparó con los plaguicidas de naturaleza biológica.

En lo que concierne a la parte metodológica, se recogió información secundaria, del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), que es la institución encargada de reglamentar el uso de pesticidas en el país; por otro lado, se observó que los plaguicidas de uso agropecuario, han sufrido una evolución en su consumo al interior del país, debido a la implementación de diversos proyectos agrícolas de inversión pública y privada. Se evidenció también, que los agroquímicos utilizados presentaban riesgos ambientales y peligros para la salud



de los agricultores que los utilizaban. En el Perú se conoce que el noventa y cinco por ciento de plaguicidas importados, son de naturaleza química y el restante es del tipo biológico,

La principal conclusión que se pudo resaltar, estuvo orientada a reconocer que los pesticidas son sustancias necesarias para el control de plagas, pero debido a su naturaleza química, ocasionan serios riesgos para la salud y el medio ambiente, esto ocurre cuando no se tienen los cuidados necesarios en su producción, comercialización y utilización en campo.

Este trabajo para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria la Molina, ha servido para conocer que en el Perú se vienen utilizando diferentes pesticidas (en su mayoría agroquímicos), observándose también que en el país existe un incremento en el uso de estos productos sintéticos.

2.2 BASES TEÓRICAS

Con la finalidad de entender mejor el tema desde un punto de vista conceptual y filosófico, se conoce que con la aparición del hombre en la tierra se dio inicio a una relación directa entre este y la naturaleza. Para la subsistencia del hombre se tuvieron que desarrollar diferentes actividades en el medio ambiente que los rodeaba, el cual fue muchas veces hostil; esto demuestra que la producción de bienes y servicios en la sociedad es de mucha importancia, además es sabido que para la producción de bienes materiales intervienen factores diversos como tierra, capital y trabajo. (Quintero y Fonticiella, 2012). De lo mencionado anteriormente se desprende que las diferentes actividades que desarrolla el hombre, siempre tendrán un efecto sobre la naturaleza, muchas veces de manera negativa.

2.2.1 MICROCUENCA DEL RÍO CHUMBAO

Los ríos, lagos y lagunas son las principales reservas de agua dulce que se utilizan para el abastecimiento público. La contaminación de estos recursos implica la pérdida de biodiversidad acuática y riesgos para la salud humana, debido a las diferentes actividades antrópicas que dan como resultado la formación de mezclas complejas de sustancias que contienen metales pesados, pesticidas y componentes de residuos domésticos que se sabe que causan efectos tóxicos a los organismos



expuestos. El monitoreo de la calidad del agua superficial se realiza comúnmente mediante análisis fisicoquímicos. Sin embargo, esta metodología no es capaz de predecir los efectos de las sustancias sobre la biota y, por lo tanto, no se evalúa el riesgo ambiental real, ya que la interacción por sinergia y/o antagonismo entre los contaminantes puede resultar en daños ecotoxicológicos, tanto agudos como crónicos (Bianchi *et al.*, 2019).

Actualmente las diferentes actividades desarrolladas por el hombre se han incrementado, dichas acciones generan residuos que modifican las características naturales del agua; la aparición de sustancias no deseables y tóxicas, son cada vez más abundantes y estas pueden llegar al agua por diversos factores como arrastre de partículas, descargas de aguas domésticas, escorrentías agrícolas, residuos de diferentes industrias, etc. (Torres *et al.*, 2010).

La microcuenca del río Chumbao no es ajena a este problema, la falta de concientización de la población aledaña al cauce ha convertido esta zona en un botadero de residuos sólidos y líquidos, modificando la calidad de sus aguas en todo su trayecto, la contaminación antrópica se ha incrementado con el pasar del tiempo y como consecuencia se tiene el deterioro y la falta de disponibilidad de este recurso valioso para el funcionamiento de los ecosistemas y seres vivos.

La microcuenca nace en la zona alta de la cordillera situada a 4400 m s.n.m., sus aguas atraviesan los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera; actividades agropecuarias, actividades como la crianza de truchas, extracción de agregados, lavaderos de carros, talleres mecánicos, peladoras de maíz, etc., descargan sus aguas residuales con alta carga orgánica e inorgánica modificando las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas, disminuyendo su calidad y disponibilidad.

2.2.2 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

El ser humano hoy en día, se caracteriza por hacer un mal uso de los recursos que ofrece el planeta tierra, por ejemplo, realiza diferentes actividades económicas como la deforestación de los bosques naturales, lo cual es la principal causa de que el caudal de los ríos se haya visto afectado, originándose una evacuación más rápida de los recursos hídricos y un efecto en la calidad del agua; esto debido a que las aguas pluviales discurren por el suelo y sub suelo, acarreado diversos contaminantes que son producidos por diversas actividades antrópicas, que se



desarrollan en el área de influencia y que finalmente son descargados a los ríos (Ojeda y Santa Cruz, 2018).

Se conoce también, que varias acciones antropogénicas contribuyen a cambios en la cobertura del paisaje natural, estas actividades son capaces de alterar el microclima del área geográfica afectada, reduciendo la evapotranspiración del bosque y generando mayor energía accesible a la atmósfera, lo cual aumenta la temperatura del aire. Con la reducción de la evapotranspiración, es probable que la precipitación disminuya, ya que proviene del vapor de agua local liberado desde la superficie del bosque y es transportado por el movimiento de masas de aire (Silva *et al.*, 2020).

El abuso que ha tenido el hombre sobre los recursos naturales del planeta, en especial por la eliminación de la cobertura vegetal, han tenido un efecto dañino sobre los cuerpos de agua, lo cual repercute en su calidad debido a que:

“La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usadas y transformadas cambian su calidad fisicoquímica, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano. De igual forma, los acuíferos que son otras fuentes de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades que ejecuta el ser humano” (Mendoza, 1996, p.81).

El deterioro de la calidad de los recursos hídricos debido a la contaminación que se produce por las actividades antrópicas, “influyen sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad” (GWP, 1996).

Al respecto, Domingo y Gómez (2013), indican que las actividades antropogénicas que se desarrollan, producto del desarrollo económico en relación al medio ambiente, pueden explicarse en base a las funciones que se cumplen en ellas, las cuales pueden concretarse tomando en cuenta lo siguiente:

“En primer lugar las fuentes de recursos naturales, en segundo lugar, al soporte de los elementos físicos que las forman y en tercer lugar como



receptor de desechos y residuos no deseados. Estas funciones son la piedra de toque para entender, valorar, aceptar o rechazar los impactos ambientales significativos ocasionados por las actividades humanas y para definir las condiciones técnicas de la Integración Ambiental de dichas actividades, así como de su sostenibilidad. En la medida en que los recursos naturales renovables se utilicen por debajo de su tasa de renovación anual o interanual, en que el aprovechamiento de los no renovables respete unos ritmos e intensidades de uso, se ocupe el territorio de acuerdo con su capacidad de acogida y se incorpore energía o desechos al medio respetando la capacidad de asimilación de los vectores ambientales aire, agua, y suelo, se estará haciendo un uso ambientalmente integrado del medio y, en consecuencia, cumpliendo unas condiciones que, si no suficientes, si son necesarias para un desarrollo sostenible”.

2.2.3 ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

Las actividades agropecuarias modifican el hábitat de los ríos, alterando el funcionamiento del ecosistema; para evitar esto, se hace necesaria una mejor gestión y conservación del medio ambiente, por lo que la evaluación de los impactos de estas acciones se vuelve indispensable, especialmente cuando se prevé que la agricultura y la ganadería se intensificarán en el futuro; esto se puede lograr mediante la evaluación del uso de la tierra, la calidad del agua y la condición del hábitat, lo que permitiría determinar la salud general de los ecosistemas en los ríos (Zhang *et al.*, 2021).

Los ríos que atraviesan actividades agropecuarias suelen tener altas cargas de nitrógeno y fósforo debido a la aplicación de fertilizantes. A su vez, los aportes de nutrientes promueven la producción de algas e influyen en la dinámica de las comunidades de estas. Por otro lado, el aumento de los aportes de nutrientes puede reducir los tiempos de residencia del carbono terrestre en los arroyos, a través de la descomposición y oxidación que libera CO₂ en lugar de apoyar la producción de niveles tróficos más altos y otras funciones del ecosistema (Moyo y Richoux, 2018).

Se denominan actividades agropecuarias a las que se vinculan con los sectores de la agricultura y la ganadería. También está relacionada al conglomerado de conocimientos que tienen bases científicas y empíricas, que permiten la obtención



de forma económica y manera sostenida, de productos agropecuarios para diferentes mercados nacionales e internacionales, que permiten satisfacer las necesidades de los seres humanos (Bergueré, Escobar y Ocampo, 2002).

2.2.4 ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Corresponde a aquellas actividades que utilizan diversas tecnologías, así como también, conocimientos científicos y empíricos para labrar la tierra. En éstas se incluyen a las labores culturales de trabajo de campo y cultivo de recursos naturales del reino vegetal. Está relacionado también, a un conjunto de actividades antropogénicas, cuya finalidad es darle valor agregado al ambiente natural para mejorar la productividad y competitividad de los sembríos (Cueva, 2017).

El uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos para lograr altos rendimientos de cultivos se ha convertido en un problema ambiental global. Las actividades agrícolas plantean muchos problemas ambientales, incluida la emisión de gases de efecto invernadero y también la entrada de contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas, así como en los suelos. La contaminación de los sedimentos de las aguas superficiales se ve fuertemente afectada por los agroecosistemas circundantes (Huan *et al.*, 2018)

2.2.5 ACTIVIDAD GANADERA

Es aquella actividad que tiene la finalidad de satisfacer las necesidades sociales en el tiempo, utiliza los recursos que provienen de la producción ganadera. Teniendo en cuenta la tecnología necesaria y la economía correspondiente. Es también considerada como un sistema de producción estructurada que hace uso de diferentes factores de la producción, los cuales se entrelazan para asegurar la producción de ganado diverso, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los seres humanos (Villa, Tena, Tzintzun y Val, 2008).

Debido al desarrollo económico en el mundo la población ganadera se ha incrementado, los pastizales de zonas pecuarias se ven afectados por muchos problemas, como el sobrepastoreo, la degradación de los pastizales y el desequilibrio ecológico. De estos, el sobrepastoreo es el principal factor de influencia que amenaza el ecosistema. Además, el área de hábitat de vida silvestre se ha reducido gradualmente, es por ese motivo que se debe estudiar la actividad



ganadera y su efecto en el medio ambiente, lo cual servirá para mantener el equilibrio entre pastos y ganado (Gao *et al.*, 2020).

La actividad ganadera se caracteriza por producir las mayores emisiones totales de fósforo, por lo que la eutrofización siempre está relacionada con una alta productividad primaria y se ha convertido en uno de los principales problemas que afectan a la calidad del agua. El fósforo es un nutriente esencial necesario para los organismos vivos y a menudo, limita la producción primaria dentro de los ecosistemas terrestres y acuáticos (Liu *et al.*, 2021).

A. La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua.

Existen actividades que tienen un efecto directo sobre la calidad de los cuerpos de agua como es el caso de “la ganadería que es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico” (Brooks *et al.* 1991).

Está actividad que genera residuos contaminantes nocivos para los seres humanos:

“Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos” (Brooks *et al.* 1991).

El incremento de presencia microbiológica se puede evidenciar “Cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados” (Brooks *et al.* 1991). Asimismo, “La contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua” (Wagner, 1996).

Es por este motivo que una incidencia sobre la calidad de los recursos hídricos se da por un sobrepastoreo del tipo extensivo:

“Ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de tal forma que, al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento



del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo” (Vidal et al. 2000).

“Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía” (Vidal et al. 2000).

B. La agricultura y su influencia en la calidad del agua.

El cultivo de diferentes materias primas es una de las actividades que más se practican en todo el planeta tierra:

“Particularmente en áreas rurales, su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química” (FAO, 2000).

Según Ongley (1997), indica que la agricultura es la actividad que utiliza más agua de puntos loticos y lenticos en todo el mundo y es el principal “factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos provenientes de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial”.

La actividad agrícola presenta un impacto sobre el medio ambiente, en especial sobre las fuentes de agua, es considerada:

“Como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina. Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de



desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad” (FAO, 2003).

“La expansión agrícola y la deforestación en países tropicales son causas de degradación del agua. Se ha demostrado que plaguicidas asociados con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático” (IICA, 1997).

“En la mayor parte de los países latinoamericanos, uno de los problemas más fuertes es la contaminación derivada de las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua” (Wagner et al. 2000).

Los recursos hídricos que se contaminan tienen un efecto en la erosión de los suelos agrícolas, lo cual ocasiona que, por lixiviación de sedimentos, los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos provenientes de la agricultura, lleguen a los cuerpos de agua. Esto origina que se pierda la capa arable de los suelos, además de un incremento en los niveles de turbidez en las fuentes de agua cercanas.

“El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua. De igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas” (Wagner 1996, Shilling y Libra 2000).



Por otro lado, se han cuantificado “altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo; el uso excesivo de fertilizantes, así como las corrientes de agua de tormentas conteniendo nitratos de fertilizantes, parece ser la causa” (OPS 1999).

2.2.6 CONTAMINANTES EMERGENTES

Desde hace más de dos décadas en diversas investigaciones, se han cuantificado en ambientes acuáticos nuevos compuestos denominados emergentes. Actualmente, se desconocen los efectos de estos en la salud humana y el medio ambiente, ya que no existe reglamentación sobre este tipo de productos químicos (Pavithra *et al.*, 2021). Existe una definición ampliamente difundida sobre los compuestos emergentes, que indica que estos contaminantes:

“Corresponden en la mayoría de los casos a contaminantes no regulados, que pueden ser candidatos a regulación futura dependiendo de investigaciones sobre sus efectos potenciales en la salud y los datos de monitoreo con respecto a su incidencia. Están considerados en este grupo: los pesticidas, surfactantes, productos farmacéuticos, productos para el cuidado personal, aditivos de las gasolinas, retardantes de fuego, antisépticos, aditivos industriales, esteroides, hormonas y subproductos de la desinfección del agua. La característica de estos grupos de contaminantes es que no necesitan persistir en el ambiente para causar efectos negativos, puesto que sus altas tasas de transformación/remoción se pueden compensar por su introducción continua en el ambiente. Para la mayoría de estos compuestos, la incidencia, la contribución de riesgo y los datos ecotoxicológicos no están disponibles, así que es difícil predecir qué efectos de salud pueden tener en seres humanos y organismos acuáticos” (Barceló, 2003).

A. Generación de contaminantes emergentes en el mundo.

Un conglomerado de habitantes que crece, fuerza a que sus autoridades busquen nuevas fuentes para la obtención de más recurso hídrico en su territorio, los elevados niveles de consumo y la alta densidad poblacional, hacen que estos contaminantes lleguen a las aguas naturales a través de los sistemas de alcantarillado o tributarios se conoce qué:



“La producción mundial de residuos peligrosos podría estimarse en una cifra superior a los 350 MM Ton/año (mil millones de toneladas al año) y hasta próxima a los 400 MM Ton/año, dato más que elocuente en relación con la magnitud del problema. El 90% de esta cifra corresponde a los países industrializados, en los que la generación de estos contaminantes es mayor. Son también estos países los que poseen una mayor capacidad de respuesta. En este sentido, los problemas de residuos peligrosos emergentes en países con un crecimiento industrial importante en los últimos años presentan una particular gravedad. Así, países como Brasil, México y Corea del Sur pueden estar en la actualidad en niveles de producción de residuos peligrosos en torno a los 5 MM Ton/año cada uno” (Rodríguez y Irabien, 1999).

B. Tipos de contaminantes emergentes en el agua

Pesticidas o plaguicidas

Son compuestos químicos que se utilizan ampliamente en todo el mundo para diferentes propósitos. Estos productos son bastante conocidos por su larga vida, alta toxicidad y lento proceso de degradación. Muchos países desarrollados prohibieron su uso por sus efectos adversos. Sin embargo, varios pesticidas se encuentran incesantemente en el agua y el suelo. La mayoría de los sistemas fluviales están contaminados por pesticidas como DDT, HCH, endosulfán, heptacloro y clorpirifos. Se han utilizado diferentes análisis multivariados que permitieron identificar al vertido industrial y la escorrentía agrícola de productos químicos como fuentes probables de plaguicidas en los ríos. Pesticidas prohibidos son utilizados regularmente en varios países, los cuales contaminan el medio ambiente, es por esta razón que se hace necesaria la formulación de reglas apropiadas para controlar la fabricación y uso de dichos pesticidas para salvar el medio ambiente (Sarker *et al.*, 2021). Los pesticidas o plaguicidas son sustancias puras o la combinación de éstas que se utilizan con la finalidad de:

“Prevenir, destruir, repeler o mitigar las plagas. Debido a la regulación de la cual han sido objeto, se han estudiado durante décadas y, en consecuencia, se tiene un razonable conocimiento sobre su presencia y destino en el medio acuático. En los últimos años la preocupación en torno



a estos productos se centra en los metabolitos, productos de degradación, que han sido en su mayor parte ignorados hasta la fecha y que se ha visto que pueden ser más tóxicos que los compuestos a partir de los cuales se generan. Los estudios han demostrado que los metabolitos de plaguicidas a menudo se detectan en aguas subterráneas en concentraciones más altas en comparación con los compuestos precursores” (Gil, Soto, Usma y Gutiérrez, 2012).

Pesticidas organoclorados

Estos productos se utilizan ampliamente para controlar plagas durante el ciclo vegetativo de los cultivos, debido a su amplio rango de control, mejor eficacia y menor efecto de toxicidad que otros plaguicidas. Su uso en la agricultura puede mejorar la productividad agrícola. Sin embargo, ha causado muchos efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana (Li et al., 2021).

Sin duda, el descubrimiento de los agroquímicos ha ayudado enormemente a la producción agrícola, basada en la protección y el rendimiento de los cultivos, haciendo que el uso de pesticidas sea casi inevitable, los pesticidas organoclorados todavía se aplican en la mayoría de los países en desarrollo, debido a su alta efectividad/utilidad y a su bajo costo en comparación con otros pesticidas alternativos. Los plaguicidas se utilizan principalmente como insecticidas tanto en cultivos como en productos almacenados; existe un grupo de compuestos químicos peligrosos (no polares) que contienen hidrógeno, cloro, carbono, los cuales son contaminantes persistentes y no son degradables en el medio ambiente por procesos biológicos, químicos, microbiológicos o físicos. La vida media de los plaguicidas organoclorados varía de meses, años y hasta décadas. Estos son dañinos para la mayoría de las especies marinas y mortales para los humanos y otros animales. Incluso en concentraciones bajas, pueden tener efectos significativos a corto y largo plazo. Además, existen efectos mortales en la mayoría de los organoclorados (Oyinloye et al., 2021).

Los pesticidas organoclorados son de cuidado y se encuentran en una diversidad de productos utilizados en la actividad agrícola y pecuaria por lo que se:

“Caracterizan por contener cloro en su composición y por porque afectan al sistema nervioso. Son muy resistentes a los procesos de degradación natural, presentan una elevada persistencia y residualidad, ocasionando en



la mayoría de los casos toxicidad crónica. Su metabolismo y eliminación es lento, y el tiempo de vida permanencia de estos compuestos, puede ser de varios meses en los mamíferos, y de dos a cinco años en el suelo. La mayoría están prohibidos en los países industrializados. Los insecticidas organoclorados pueden absorberse a través de la piel, mucosa o tracto digestivo, y pasar directamente o indirectamente al hígado. Su representante más conocido, es el dichlorodiphenyl-trichloroethano (DDT), descontinuado para el uso comercial, se determinó su persistencia en el ambiente y en el cuerpo por muchos años debido a su alta solubilidad en lípidos y a su resistencia a desdoblarse. Se incluye en este tipo insecticidas y acaricidas de contacto, de toxicidad variable para el hombre. Algunos de sus componentes se acumulan en el suelo, agua, animales, en la grasa humana y la leche materna. En este grupo de compuestos se encuentran las siguientes sustancias activas: Aldrín, hexacloruro de benceno, clordano, dieldrín, Endrín, Heptacloro, toxafeno, entre otras” (Guerrero y Otiniano, 2012).

Pesticidas organofosforados y carbamatos

Los plaguicidas organofosforados pertenecen a la categoría de insecticidas ya que se utilizan para matar los insectos que dañan los cultivos en el campo. Sin embargo, algunas evidencias también sugieren que estos productos químicos pueden usarse como herbicidas al actuar sobre la población de la biota del suelo y, por lo tanto, alterar la biomasa vegetal que causa su degradación. Después de la prohibición de los plaguicidas organoclorados, los plaguicidas organofosforados se han utilizado ampliamente en el campo de la agricultura, siendo uno de los principales productos químicos para el control de plagas. La sustancia química organofosforada actúa inhibiendo la enzima acetilcolinesterasa, que es una enzima importante y crítica para la inducción del impulso nervioso. Su inhibición conduce a la acumulación de acetilcolina, lo que provoca además una despolarización permanente que provoca convulsiones, paro respiratorio y, en última instancia, la muerte del organismo expuesto. Debido al uso generalizado de estos productos químicos en cultivos agrícolas, estos han encontrado su camino en el agua subterránea a través de filtraciones, en los ríos debido a la escorrentía del agua agrícola y en la superficie de las plantas que se rocían con estos



pesticidas. Por lo tanto, las personas están expuestas a niveles de estos contaminantes emergentes (Kaushal *et al.*, 2021).

Los pesticidas organofosforados y carbamatos tienen menos estabilidad y persistencia que los pesticidas organoclorados, se caracterizan porque:

“Se metabolizan formando productos menos tóxicos o atóxicos, que se eliminan en tiempos más cortos. Los organofosforados son fosfatos orgánicos que afectan el sistema nervioso. Algunos de sus compuestos son extremadamente tóxicos y de fácil absorción debido a lo cual su manejo es de alto riesgo. Dentro del grupo de compuestos organofosforados, se encuentran las sustancias activas clorpirifos, diazinón, diclorvos, malatión, paratión, tiofos, triclorfón. Entre los carbamatos contamos al Carbarilo, carbofurán y metonilo” (Guerrero y Otiniano, 2012).

En 1978, la Organización Mundial de la Salud (OMS) se encargó de establecer una clasificación de los pesticidas, “Basada en su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, definida ésta como la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto” (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad.

Clase	Toxicidad	Ejemplos
Clase IA	Extremadamente peligrosos	Paratión, dieldrín
Clase IB	Altamente peligrosos	Eldrín, diclorvos
Clase II	Moderadamente peligrosos	DDT, clordano
Clase III	Ligeramente peligrosos	Malatión

Fuente: Gil et al. (2012).

La clasificación de acuerdo a la vida media de efectividad de los plaguicidas, se puede observar en la Tabla 2.



Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad

Persistencia	Vida media	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12	Malatión, diazinón, carbarilo, diametrín
Moderadamente persistente	Semanas	Paratión, lannate
Persistente	De 1 a 18 meses	DDT, aldrín, dieldrín
Permanentes	De varios meses	Productos hechos a partir de mercurio, plomo, arsénico

Fuente: Gil et al. (2012).

Desde el punto de vista químico, la estructura de los plaguicidas es bastante variada, su clasificación se puede realizar por familia, en la cual se incluye a los pesticidas organoclorados y organofosforados además de otro tipo de sustancias de origen inorgánico. Lo mencionado anteriormente puede apreciarse en la Tabla 3.



Tabla 3. Clasificación de los plaguicidas, según la familia química.

Familia química	Ejemplos
Organoclorados	DDT, aldrín, endosulfán, endrín
Organofosforados	Bromophos, diclorvos, malatión
Carbamatos	Carbaryl, methomyl, propoxur
Tiocarbamatos	Ditiocarbamato, mancozeb, maneb
Piretroides	Cypermethrin, fenvalerato, permetrín
Derivados bipyridilos	Cloromequat, diquat, paraquat
Derivados del ácido fenoxiacético	Dicloroprop, piclram, silvex
Derivados cloronitrofenólicos	DNOC, dinoterb, dinocap
Derivados de triazinas	Atrazine, ametryn, desmetryn, simazine
Compuestos orgánicos del estaño	Cyhexatin, dowco, plictrán
Compuestos inorgánicos	Arsénico pentóxido, obpa, fosfito de magnesio, cloruro de mercurio, arsenato de plomo, bromuro de metilo, antimonio, mercurio, selenio, talio y fósforo blanco
Compuestos de origen botánico	Rotenona, nicotina, aceite de canola

Fuente: Gil et al. (2012).

Existen diferentes pesticidas que, en períodos prolongados, a partir de diversas fuentes y en concentraciones mínimas, pueden ingresar a los organismos por diferentes rutas.

“Las principales fuentes de exposición en la población son los alimentos de origen vegetal (frutas, verduras, cereales, leguminosas) o animal (carne bovina, porcina y sus derivados, pescado, productos lácteos, huevo, etc.), y en menor grado el agua, el aire, la tierra, la fauna y la flora contaminados. También lo son los productos industrializados de uso cotidiano que contienen o son plaguicidas en



sí mismos y que afectan de manera directa o indirecta al ser humano. Se afirma que no hay segmento alguno de la población general exento de la exposición a estos compuestos y a sus potenciales efectos nocivos sobre la salud. Es así, como algunos de los plaguicidas son relevantes por el daño que causan a la salud, por su gran demanda de uso y por considerarse como contaminantes emergentes en aguas residuales” (Gil, et al. 2012).

2.2.7 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA.

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos en los recursos hídricos, juega un papel fundamental en la evaluación del medio acuático, ecosistema, hidroquímica, ecología y en la restauración de la calidad del agua. Recientemente se han realizado estudios utilizando técnicas estadísticas multivariadas, para evaluar la variación estacional de la calidad del agua superficial en diferentes períodos de tiempo, analizando parámetros de calidad del agua, propiedades fisicoquímicas y toxicidad de los ríos. Dado que la variación en la calidad del agua es un proceso continuo, se necesitan datos actualizados para conocer el estado en que se encuentran los cuerpos de agua (Rahman *et al.*, 2021).

Las propiedades físicas y químicas de los recursos hídricos han sido bastante estudiadas, las cuales han sido investigadas a través de:

“Observaciones puntuales en el curso de expediciones científicas y, posteriormente, de datos sobre períodos mucho más amplios como son las propiedades físicas, densidad, tensión superficial, viscosidad, compresibilidad, calor específico, conductividad térmica y velocidad del sonido en el agua. Dentro de las químicas se tiene, composición, reacciones, pH y dureza entre otros parámetros para los cuales actualmente las medidas y técnicas son numerosas” (Iltis, 2005).

Spellman y Drinan (2000), indican que las propiedades fisicoquímicas de los cuerpos de agua permiten definir la calidad de este importante recurso. En el caso de la conductividad, se trata de una medida indirecta que está relacionada a la presencia de diversos iones en solución (calcio, magnesio, bicarbonato entre otros), si está cantidad de iones es elevada la conductividad también será mayor (Sierra, 2011). La medida de la conductividad, se hace



preferentemente, mediante el uso de conductivímetros, que son equipos que vienen incorporados con sensores, lo cual facilita su uso (Bem y Dombroski, 2016). El estudio de sólidos suspendidos es importante desde el punto de vista ambiental, porque está relacionado a las actividades antrópicas que se desarrollan en los lugares de estudio, su presencia en cantidades elevadas ocasiona la disminución de la penetración de la luz en los recursos hídricos, lo cual afecta los ecosistemas circundantes. Este parámetro tiene una relación directa con el cambio climático que se ha venido sucediendo en el planeta tierra en los últimos años (Salama y Monbaliu, 2004). Conforme discurre el agua, este va incorporando diversas sustancias del aire, suelo, material vegetal, animal, etc. Estos factores modifican la composición del recurso hídrico en su estado puro, observándose cambios en varias características fisicoquímicas, los cuales son considerados como indicadores que sirven para monitorear la calidad del agua de los ríos (Davis y Masten, 2005). Algunas propiedades fisicoquímicas consideradas en los análisis de los ríos son: carbono orgánico total, demanda química y bioquímica de oxígeno, pH, temperatura, alcalinidad, nitratos, fosfatos, temperatura (Romero, 2009). La alcalinidad se debe a la presencia de sales y bases, es lo contrario a la acidez, también está relacionada a la presencia carbonatos y bicarbonatos, los cuales son incorporados en los cuerpos de agua por acción de la erosión de los suelos (Sierra, 2011 y Bem y Dromboski, 2016). La medida de la demanda bioquímica y química de oxígeno, son importantes de determinar en una muestra, pues nos permite obtener información acerca de lo biodegradable que puede ser esta, se observa una relación directa entre la cantidad de oxígeno necesaria para degradar una muestra orgánica por la actividad microbiológica (Rodríguez, 1998 y Sierra, 2011).

Park y Lee (2002), mencionan que la demanda bioquímica de oxígeno indica el contenido de material orgánico que fue añadido en los cuerpos de agua, producto de las actividades antropogénicas (en especial contaminantes emergentes), además de contaminación con materia orgánica de origen vegetal y animal.



2.2.8 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA.

Los cuerpos de agua contienen diversos nutrientes que favorecen el crecimiento microbiano, estas sustancias nutritivas se incorporan por el contacto con el aire, suelo y material orgánico diverso (Romero, 2009). Es sabido que, para controlar las propiedades microbiológicas de los recursos hídricos, se utilizan diferentes técnicas que permiten enumerar diversas bacterias, cuyos resultados se utilizan para determinar índices de contaminación, que sirven para la valoración de la calidad de agua en varios usos (consumo humano, agropecuario, industrial, recreacional etc.) (Bachoon *et al.*, 2010), No obstante, algunos microorganismos que producen enfermedades no pueden identificarse con tanta facilidad, debido a que existen protocolos que se desarrollan en tiempos prolongados y resultan bastante complejos. La cuantificación bacteriana que se desarrolla con más frecuencia corresponde al grupo de los coliformes (Davis y Masten, 2005).

La bacteria *Escherichia Coli* se utiliza mayormente como un indicador del grupo de los coliformes fecales, tiene su origen en el intestino del ser humano y animales. La presencia de los coliformes fecales, no solamente se debe a las heces humanas, sino también deben considerarse como fuentes a los excrementos de animales de sangre fría, caliente y al suelo mismo, por lo que su cuantificación en el agua estaría relacionada a la presencia de residuos provenientes de actividades antrópicas, agropecuarias y a la erosión del suelo (Romero, 2009). Por las razones expuestas anteriormente, las propiedades microbiológicas de los cuerpos de agua son variadas y están relacionadas a:

“Las condiciones bacteriológicas del agua, que son fundamentales desde el punto de vista sanitario. La norma bacteriológica de calidad establece que el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades como salmonelosis, shigelosis, amebiasis, etc. Los microorganismos indicadores de contaminación deben cumplir los siguientes requisitos: deben ser fáciles de aislar y crecer en el laboratorio; ser relativamente inocuos para el hombre y animales; y presencia en agua relacionada, cuali y cuantitativamente con la de otros microorganismos patógenos de aislamiento más difícil. Tres tipos de bacterias califican a tal fin: Coliformes fecales: indican



contaminación fecal, aerobias mesófilas: determinan efectividad del tratamiento de aguas y Pseudomonas: señalan deterioro en la calidad del agua o una recontaminación. Desde el punto de vista bacteriológico, para definir la potabilidad del agua, es preciso investigar bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y fecales” (Apella, 2008).

“La contaminación microbiológica se relaciona con la presencia de microorganismos patógenos, provenientes de heces humanas y animales. Es común encontrárselo en los recursos hídricos superficiales, debido a su exposición. Es importante conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones” (Casilla, 2014, p.39).

A. Principales indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua

Estos indicadores de la calidad del recurso hídrico, deberían ser explicados desde un punto de vista de cuidado del medio ambiente y desarrollo sostenible dentro de:

“Un proceso lógico, fusionando los aspectos ecológicos, económicos y sociales. Estos se definen ante una situación única y dentro de un escenario específico. Los parámetros de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntricos como el caso del uso de la tierra. Entre ellos se mencionan el pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, Coliformes fecales. Los indicadores seleccionados para la calidad del agua en cualquier estudio se definirán en dependencia de los usos actuales y potenciales de la cuenca. Entre las categorías de usos recomendadas para los diversos usos del agua están: provisión de agua para consumo doméstico e industrial, recreación, protección de organismos acuáticos fauna y



flora, usos agrícolas y pecuarios, uso comercial hidroelectricidad, navegación, entre otros” (Casilla, 2014, p.32).

2.3 HIPÓTESIS

Las actividades agropecuarias inciden negativamente en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

2.3.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1° A mayores actividades agropecuarias, mayor presencia de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

2° La variación espacial y temporal inciden significativamente en la concentración de pesticidas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

3° La variación espacial y temporal inciden significativamente en las propiedades fisicoquímicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

4° La variación espacial y temporal inciden significativamente en las propiedades microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

2.4 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variables:

1° Actividades agropecuarias

2° Concentración de pesticidas

3° Propiedades fisicoquímicas

4° Propiedades microbiológicas.

La operacionalización de variables se observa en la Tabla 4.



2.4.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Actividades agropecuarias	Están relacionadas con las actividades económicas primarias, es decir, principalmente divididas en: actividades agrícolas (agricultura) y actividades pecuarias (ganadería)	Recojo de información primaria en campo sobre las actividades agropecuarias	Actividad agrícola Actividad pecuaria	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de cultivos agrícolas - Uso de pesticidas - Uso de fertilizantes - Tipo de actividad ganadera - Cantidad de ganado - Sobrepastoreo - Áreas de pastoreo - Tratamiento de desechos
Pesticidas	Son cualquier sustancia o su mezcla, que sirven para realizar control de plagas, en general el termino sirve para nombrar compuestos como insecticidas, fungicidas o herbicidas	Protocolo en laboratorio para la determinación de la concentración de pesticidas organoclorados y organofosforados del agua.	Pesticidas organoclorados Pesticidas organofosforados	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de a-BHC, a-Clordano, Aldrin, B-BHC, D-BHC, Dieldrin, Endosulfan I, Endosulfan II, Endosulfan sulfato, Endrin, Endrin Aldehido, g- BHC, g-Clordano, Heptaclo, Heptaclo Hepoxido, Metoxicloro, P, P'-DDD, P, P'-DDE, P, y P'DDT. - Nivel de Carbophenothion, Chlorobenzilate, Coumaphos, Diallate, Dimethoate, Dinoseb, Disulfoton, EPN, Ethion, Famphur, Fensulfotion,



Propiedades fisicoquímicas	El agua de los ríos es alterada por diferentes actividades antrópicas, en especial las de tipo agropecuario, debido a que se incorporan en el agua varias sustancias por productos agroquímicos del campo o aguas residuales de diferente tipo	Protocolo en laboratorio para la determinación del nivel de características fisicoquímicas relacionadas con parámetros físicos y químicos del agua.	Parámetros Fisicoquímicos	fenthion, Imidan, Kepone, Leptophos, Malathion, Metamidophos, Methyl parathion, Parathion, Phorate, Phosalone, Silvex, Sulfotep, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Thionazin.
Propiedades microbiológicas	El agua de las fuentes hídricas, muchas veces se contamina con patógenos que pueden provenir de excrementos humanos o animales, existen otras posibles fuentes de contaminación, que son un peligro para la salud en general	Protocolo en laboratorio para la determinación del nivel de características microbiológicas relacionadas con coliformes totales y fecales del agua.	Parámetros Microbiológicos	- Nivel de demanda de oxígeno, nivel de demanda bioquímica de oxígeno, nivel de eutrofización, sustancias disueltas, nivel de dureza, pH y nivel de conductividad.
				- Nivel de coliformes totales y fecales.



2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Incidencia

Está considerada como una magnitud cualitativa o cuantitativa que valora una dinámica de presencia de un determinado evento en una situación dada, se puede considerar también como sinónimo de influencia.

Actividades antrópicas

“Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta. Son actividades antrópicas, por ejemplo: la deforestación, la pesca, la agricultura, la mayoría de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera (de origen fabril, vehicular, etc.). A medida que crece la población humana, se desarrollan nuevas industrias y nuevas tecnologías, que afectan enormemente las poblaciones de otras especies y los factores abióticos de los ecosistemas donde habitan. Otras actividades producto del enorme crecimiento de la población humana con la sobreexplotación de los recursos, la urbanización y la actividad agrícola y ganadería han contribuido indudablemente al deterioro del medio ambiente” (GWP, 1996).

Actividades agropecuarias

Son todas aquellas acciones relacionadas a las actividades económicas primarias que desarrolla el ser humano en el mundo, las cuales se dividen en dos grupos principalmente: en primer lugar, el sector agrícola y en segundo lugar el sector ganadero.

Contaminantes emergentes

“Los contaminantes emergentes corresponden en la mayoría de los casos a contaminantes no regulados, que pueden ser candidatos a regulación futura, dependiendo de investigaciones sobre sus efectos potenciales en la salud y los datos de monitoreo con respecto a su incidencia. Ejemplos de los compuestos que han emergido recientemente como particularmente relevantes, son los surfactantes, productos farmacéuticos, productos para



el cuidado personal, aditivos de las gasolinas, retardantes de fuego, antisépticos, aditivos industriales, esteroides y hormonas y subproductos de la desinfección del agua. La característica de estos grupos de contaminantes es que no necesitan persistir en el ambiente para causar efectos negativos, puesto que sus altas tasas de transformación/remoción se pueden compensar por su introducción continua en el ambiente. Para la mayoría de estos contaminantes emergentes, la incidencia, la contribución de riesgo y los datos ecotoxicológicos, no están disponibles. Así que es difícil predecir qué efectos de salud pueden tener en seres humanos y organismos acuáticos” (Barceló, 2003).

Pesticidas

Esta denominación está indicada para cualquier compuesto orientado a destruir, prevenir, repeler o mitigar alguna plaga, este concepto también se puede utilizar para designar sustancias como es el caso de los herbicidas, fungicidas, insecticidas u otros compuestos que se utilicen para el control de plagas.

Propiedades fisicoquímicas del agua

“Las características físicas y químicas del agua han sido objeto de observaciones puntuales en el curso de expediciones científicas y, posteriormente, de datos sobre períodos mucho más amplios como son las propiedades físicas, densidad, tensión superficial, viscosidad, compresibilidad, calor específico, conductividad térmica y velocidad del sonido en el agua. Dentro de las químicas se tiene, composición, reacciones, pH y dureza entre otros parámetros para los cuales actualmente las medidas y técnicas son numerosas” (Iltis, 2005).

Propiedades microbiológicas del agua

“Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. Los microorganismos indicadores de contaminación deben cumplir los siguientes requisitos: fáciles de aislar y crecer en el laboratorio; ser relativamente inoocuos para el hombre y animales; y presencia en agua relacionada, cuali y cuantitativamente con la de otros microorganismos patógenos de aislamiento. Desde el punto de



vista bacteriológico, para definir la potabilidad del agua, es preciso investigar bacterias aerobias mesófilas y, coliformes totales y fecales” (Apella, 2008).



CAPÍTULO III

3. MÉTODO

3.1 ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance del presente estudio fue de tipo descriptivo, porque tuvo como finalidad la especificación de ciertas propiedades, conceptos, fenómenos y variables sobre un hecho dentro de un contexto determinado, en este caso la contaminación del río Chumbao tanto en temporadas de lluvia y estiaje en la provincia de Andahuaylas (Hernández, 2014).

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño fue no experimental de corte longitudinal de evolución de grupo, se estudió a una subpoblación que tuvo una propiedad común, como fue la contaminación del tramo estudiado en el río Chumbao tanto en época de lluvia como en estiaje; las muestras fueron distintas tomándose en cuenta una variación espacial y temporal (Hernández, 2014).

3.3 POBLACIÓN

La investigación consideró como población a la totalidad de la cuenca del río Chumbao, que nace en la parte alta del distrito de San Jerónimo y transcurre hasta la parte final de su desembocadura, en donde se presentan las siguientes coordenadas geográficas $13^{\circ}38'34.13''S$ - $73^{\circ}27'3.66''O$.



La población para la aplicación de las encuestas, fue la totalidad de pobladores que desarrollaban actividades agropecuarias en el tramo de estudio, en los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Se consideró 1040 productores de ganado vacuno, 695 criadores de cuyes, 313 productores de quinua y 849 productores de papa y maíz.

3.4 MUESTRA

Los puntos de muestreo se han elegido utilizando el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado con Resolución Directoral N° 2254 por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) en el año 2007. Perteneciente a la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente (Área de Protección de los Recursos Hídricos).

Las propiedades estudiadas se seleccionaron en función de las actividades antrópicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua en el Perú.

Propiedades de medición en campo:

- pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.

Propiedades determinadas en laboratorio:

- Pesticidas.
- Turbidez y sólidos totales disueltos.
- Iones principales (nitratos, fosfatos, dureza y alcalinidad).

Propiedades orgánicas (dependió de las actividades y usos que tuvo el recurso hídrico):

- Demanda bioquímica de oxígeno.

Propiedades biológicas:

- Coliformes totales y fecales.

Ubicación de las estaciones de muestreo:

Para la elección de los puntos de muestreo se utilizaron los siguientes criterios.

Identificación:

Las estaciones de muestreo se establecieron de manera precisa, utilizando un sistema de posicionamiento global para establecer las coordenadas geográficas, de este modo los puntos de muestreo quedaron claramente identificados y reconocidos para monitoreos posteriores en el río Chumbao.



Accesibilidad:

Para la toma de muestras sin ningún tipo de inconveniente se eligieron estaciones de muestreo que permitieron el acceso con seguridad y rapidez.

Representatividad:

Para este caso se tomó en cuenta puntos en el río Chumbao en los cuales este fue lo más regular posible, de fácil acceso y profundidad uniforme, tomándose en cuenta también puntos de referencia para su fácil ubicación, evitándose zonas embalsadas y turbulentas no características.

Según el protocolo para la selección de muestras se han considerado dos puntos de muestreo en la naciente del río Chumbao, Además se han incluido puntos colindantes con la actividad agropecuaria tanto en la zona urbana como rural, lo cual se puede apreciar en la Tabla 5 y Figura 2.

Tabla 5. Puntos de muestreo según protocolo de monitoreo MINSA.

Puntos de Muestreo (avenida y estiaje)	Actividad	Coordenadas geográficas	
		GPS Latitud	GPS Longitud
Punto 1 (P1)	Sin actividad antrópica	13°46'45.2" Sur	73°13'50.0" Oeste
Punto 2 (P2)	Sin actividad antrópica	13°44'57.6" Sur	73°14'35.7" Oeste
Punto 3 (P3)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°46'38.4" Sur	73°15'32.3" Oeste
Punto 4 (P4)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°42'33.5" Sur	73°18'46.1" Oeste
Punto 5 (P5)	Actividad agropecuaria limitada, zona urbana	13°39'23.5" Sur	73°21'31.0" Oeste
Punto 6 (P6)	Actividad agropecuaria limitada, zona urbana	13°39'33.1" Sur	73°22'38.4" Oeste
Punto 7 (P7)	Actividad agropecuaria limitada, zona urbana	13°39'37.0" Sur	73°23'49.4" Oeste
Punto 8 (P8)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°39'27.0" Sur	73°25'51.6" Oeste
Punto 9 (P9)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°38'18.9" Sur	73°27'09.3" Oeste
Punto 10 (P10)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°35'26.2" Sur	73°27'01.1" Oeste

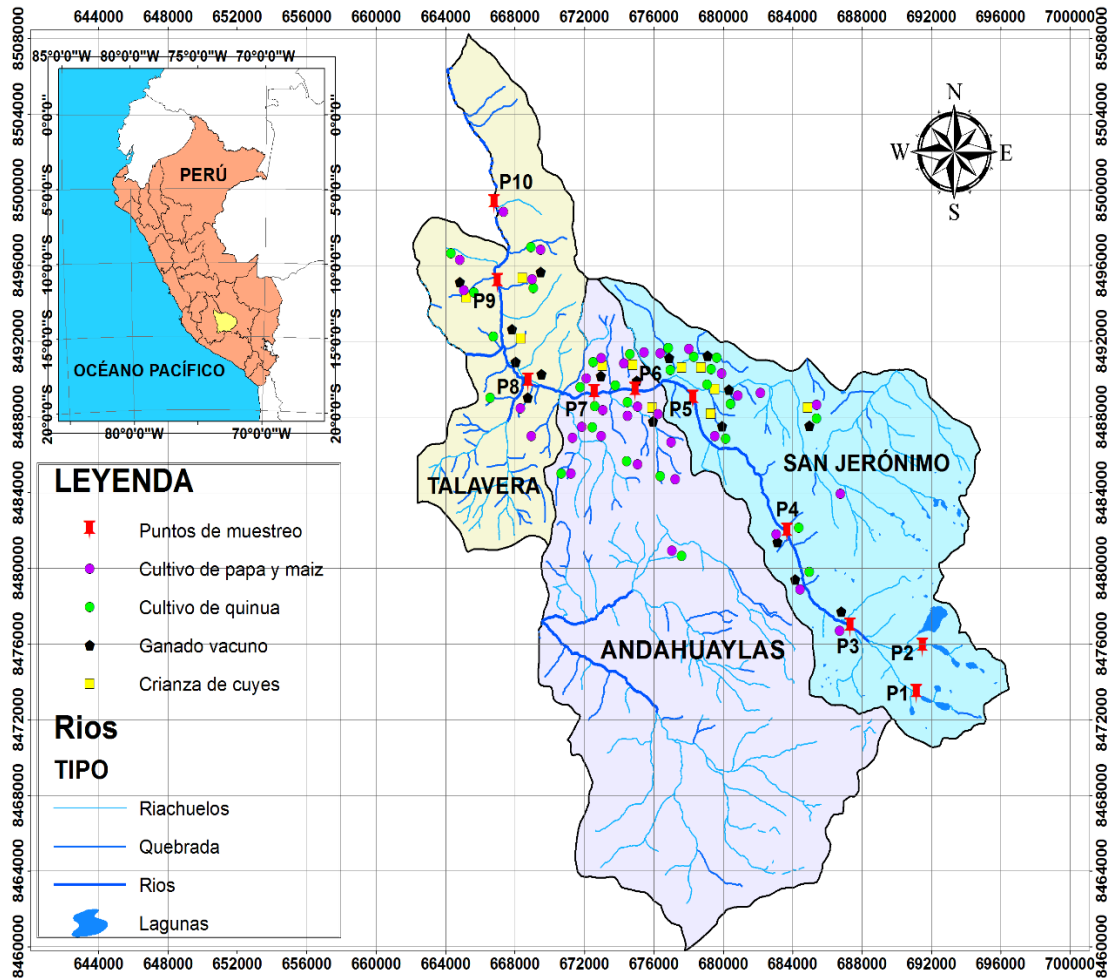


Figura 2. Puntos de muestreo y actividades agropecuarias según protocolo de monitoreo.

La muestra comprendió el tramo entre la naciente del río Chumbao y la comunidad de Posoccoy, entre los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, en las que no había estaciones de monitoreo de ninguna agencia estatal o privada, de este modo se evaluaron diez puntos a lo largo del río Chumbao en época de estiaje y avenida, el tipo de muestreo fue no probabilístico del tipo intencional a juicio del investigador, según Ocampo (2008), quien indica que se debe cuidar la integridad del personal que haga el recojo de muestras, para lo cual las zonas de muestreo no deben ser peligrosas, además de que sean de fácil acceso a través de caminos en épocas de lluvia y estiaje, también se consideraron los tributarios que están presentes a lo largo de la cuenca y que presentaba aguas de actividades agropecuarias, domésticas y de escorrentía, asegurándose una buena mezcla en los puntos seleccionados.

Para determinar la muestra de los productores se desarrolló un muestreo probabilístico, de este modo se realizaron encuestas a las personas que



desarrollaban actividades agropecuarias en el área de estudio, con la finalidad de conocer el uso de productos químicos.

Para determinar el número de encuestas, se hizo un muestreo aleatorio estratificado (MAE) a partir de una población finita, que fue recabada de la Dirección de Información Agraria (DIA), perteneciente a la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas (DSRAA), para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(E^2 * (N-1) + Z^2 * p * q)} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Z: 1.96

p: 96%

q: 4%

E: 5%

N: Población

n: Tamaño de muestra

Para determinar los valores de p y q se hizo una pre encuesta a 50 personas (p a favor y q en contra).

El resultado del tamaño de muestra fue de 56 productores de ganado vacuno, 54 criadores de cuyes, 52 productores de quinua y 55 productores de papa y maíz respectivamente.

3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis respecto al río estuvo referida a cada una de las muestras de agua, para la determinación de concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao. Para el caso de las encuestas la unidad de análisis correspondió a cada poblador que desarrolló actividades agropecuarias, en el tramo de estudio de los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera.

3.6 TIPO DE MUESTREO

El muestreo fue no probabilístico del tipo discrecional a juicio del investigador, debido a que los puntos de muestreo debieron considerar la existencia de afluentes



naturales o antropogénicos, los cuales podían causar una considerable variación en los parámetros estudiados, asimismo estos puntos tuvieron en cuenta los cambios de tipo urbano y rural, también se ha tomado en cuenta el uso del agua a lo largo del río, pues estas condicionan el nivel de contaminación del río. Para el caso de las encuestas se utilizó un muestreo aleatorio estratificado el cual corresponde a una técnica probabilística.

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos empleados en la presente investigación para recoger información en el desarrollo del trabajo de campo fueron las siguientes.

A. Técnicas.

- 1) **Encuesta.** Conjunto de preguntas especialmente diseñadas y pensadas para ser dirigidas a una muestra de población, para recoger información de las actividades antrópicas que se desarrollaban y el uso de pesticidas.
- 2) **Observación.** Procedimiento de observación y registro de evidencias fotográficas de las actividades agropecuarias que se identificaron en el tramo de estudio.
- 3) **Revisión documental.** Se revisó información primaria y secundaria de diferentes instituciones públicas y privadas, para la identificación de las actividades agropecuarias con mayor prevalencia en el lugar de estudio.
- 4) **Guías de observación (laboratorial).** Los parámetros de cantidad de pesticidas, características fisicoquímicas y microbiológicas se determinaron mediante protocolos de laboratorio.

B. Instrumentos

- 1) **Cuestionario de preguntas.** El Cuestionario es el instrumento de la encuesta y sirvió para el recojo de datos rigurosamente estandarizados que operacionalizaron las variables objeto de observación e investigación, por ello las preguntas del cuestionario fueron los indicadores.



- 2) **Ficha de observación.** Se realizaron recorridos de campo llenándose las fichas de observación y se tomaron fotografías de las actividades agropecuarias que se identificaron.
- 3) **Fichas de análisis documental.** Se llenaron las fichas respectivas para sistematizar la información primaria y secundaria recabada en diferentes bases de datos.
- 4) **Fichas de registro laboratorio.** Corresponde a los protocolos que se desarrollaron en laboratorio para la determinación de pesticidas y características fisicoquímicas y microbiológicas del agua en el río Chumbao según el detalle siguiente.

a) Determinación de pesticidas

Los análisis fueron realizados en el laboratorio especializado CERPER de la ciudad de Lima mediante una metodología estándar que cuenta con certificación.

Pesticidas organoclorados: Método EPA 8081 B.2007 por cromatografía de gases.

Pesticidas organofosforados: Método EPA 8270 D.2014 cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa.

b) Determinación de propiedades fisicoquímicas

Se evaluaron las características fisicoquímicas mostradas en la Tabla 6 que permitieron determinar la calidad de agua del río Chumbao.



Tabla 6. Características fisicoquímicas de calidad de agua

Parámetro	Método	Referencia
OD	Electrodo selectivo (oximetría)	Manual de uso
pH	Potenciométrico electrodo selectivo (pH metro)	Manual de uso
DBO	Winkler, incubación por 5 días a 20 °C; 4500-O C e 5210 B determinación de DBO por el método ácido de sodio	Standard Methods (APHA, 1998)
Nitratos	Reducción por la columna de cadmio colorimétrico	4500-NO ₃ E, Standard Method (APHA, 1998)
Temperatura	Electrodo selectivo (termómetro)	Manual de uso
Turbiedad	Espectrométrico, turbidímetro (NTU)	Manual de uso
Sólidos Disueltos Totales	Método de combustión a 550 °C para fijos y volátil	2540 E Standard Method (APHA, 1998)
Conductividad	Electrodo selectivo (Conductivímetro)	Manual de uso
Alcalinidad	Método de titulación	2320-A, 2320-B, Standard Methods (APHA, 1998)
Dureza	Método de titulación EDTA	2340-C, Standard Methods (APHA, 1998)
Fosfatos	Espectrométrico (método de ácido ascórbico)	4500-P E, Standard Methods (APHA, 1998)

Fuente: Elaboración propia.

c) Determinación de propiedades microbiológicas

Se evaluaron las características microbiológicas mostradas en la Tabla 7 que permitieron determinar la calidad de agua del río Chumbao.

Tabla 7. Características microbiológicas de calidad de agua.

Parámetro	Método	Referencia
Coliformes Fecales	Método de detección rápida, prueba de siete horas	9211 B Standard Method (APHA, 1998)
Coliformes Totales	La filtración de un volumen medido da la muestra a través de una membrana de nitrato de celulosa e incubación a 35 ° C	9222 A, 9222 B, Standard Methods (APHA, 1998)

Fuente: Elaboración propia.



3.8 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Los instrumentos que se emplearon en la investigación tuvieron validez y confianza para su aplicación correcta. En lo que respecta a las encuestas se utilizaron como base las realizadas por Martínez y Cruz (2009) que han sido validadas en la investigación “*EL USO DE QUÍMICOS VETERINARIOS Y AGRÍCOLAS EN LA ZONA GANADERA DE XICO, CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO Y EL POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL*”, estudio en el que se encuestaron a 48 productores agropecuarios, para conocer los productos veterinarios y agrícolas que más utilizaban. Para el presente estudio también se han realizado las pruebas de validez y confianza respectivas, las cuales se muestran en el Anexo 1.

Se ha tenido en cuenta el consentimiento informado y qué fue expresado voluntariamente por las personas que han participado en la presente investigación, al momento de ser encuestadas. En el estudio desarrollado se decidió aplicar los principios éticos y valores, respetando los derechos de los autores, cuyos escritos académicos se han citado y utilizado apropiadamente en esta investigación. Además, se tiene la autorización documentada del tratamiento de datos del Laboratorio de Investigación de Control y Análisis de Aguas de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA), lo cual puede observarse en el Anexo 2.

3.9 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS

Luego de aplicar el cuestionario de la encuesta, llenar las fichas y hacer las pruebas se procedió a la limpieza de datos con el fin de seleccionar la información para ser procesada. Al concluir esta acción se inició el procesamiento en la forma que se indica a continuación:

- a) **Seriación:** Las fichas, los cuestionarios de preguntas y pruebas fueron seriadas numéricamente en forma correlativa.
- b) **Codificación:** Se consignó un código de acuerdo a sus contenidos y elementos analizados.
- c) **Tabulación:** Se elaboró la matriz de tabulación y se registró en ella la información codificada y a partir de ella se procedió al análisis de la información.



d) Análisis: Este momento consistió en seleccionar los datos más importantes y buscar una breve explicación a los resultados de acuerdo a los objetivos planteados para la investigación. A partir de ello se establecieron conclusiones y luego se formularon las sugerencias. Se hizo la estadística descriptiva, análisis de varianza (ANVA), prueba de Fisher de diferencia mínima significativa, correlación de Pearson y análisis de componentes principales (ACP) los cuales se muestran en la Tabla 8. Los datos se procesaron utilizando los paquetes estadísticos R Studio, SPSS 25, Statgraphics Centurión XVIII, Statistica V8, ArcGIS 10.6 y la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013.

Para responder al objetivo general se utilizó un ACP, técnica multivariada que permitió reducir los datos minimizando la dimensionalidad de la matriz original, se logró por tanto transformar las variables por medio de la construcción de un nuevo conjunto de combinaciones lineales, lo cual permitió establecer un número mínimo de factores denominado como componentes principales, capaces de explicar los datos iniciales.

En la presente investigación el ACP, permitió la agrupación de las propiedades con alto grado de asociación y el establecimiento de las figuras de la gradiente ambiental en los diez puntos de muestreo seleccionados, con las cuales se pudo determinar el impacto de cada una de las actividades antrópicas estudiadas sobre la calidad del agua del río Chumbao.

El procedimiento seguido fue el siguiente:

La primera componente principal (PC1): resultó de la mejor combinación lineal de las variables originales. Mejor en el sentido de proporcionar una mejor interpretación del conjunto de datos (varianza).

La segunda componente principal (PC2): resultó como factor complementario, que permitió explicar la varianza no explicada por el componente anterior (concepto de ortogonalidad).

El objetivo, por tanto, fue seleccionar un pequeño número de ellas, que permitió explicar toda la variación de los datos. Los criterios tomados en cuenta fueron los siguientes:

Las variables debían presentar alta correlación: > 0.5 .

Deseable el factor de carga: > 0.5 (por defecto 0.7).

Criterio del Promedio de Kaiser: Se consideraron aquellos componentes cuyos autovalores fueron mayores que 1.



Tabla 8. Pruebas de hipótesis estadísticas.

Prueba	Hipótesis estadísticas	Criterio de aceptación o rechazo
<p>1. Prueba de diferencia significativa para variación espacial. Los datos se analizaron a través de un análisis de varianza (ANVA), para evaluar la variación espacial de manera independiente en los puntos de muestreo en épocas de avenida y estiaje, la prueba de hipótesis se realizó con un nivel de significancia del 5%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hipótesis nula (Ho): Existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, entre los puntos de muestreo en época de avenida y entre los puntos de muestreo en época de estiaje en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020. Hipótesis alterna (Ha): No Existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, entre los puntos de muestreo en época de avenida y entre los puntos de muestreo en época de estiaje en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> Se acepta Ho si el p-value es mayor que el nivel de significancia 0.05. Se rechaza Ho si el p-value es menor que el nivel de significancia 0.05.
<p>2. Prueba de rangos múltiples para variación espacial Al rechazo de la hipótesis nula del ANVA, se aplicó el test de diferencias mínimas significativas (LSD) a fin de conocer e identificar los puntos de muestreo que mostraron diferencia significativa. Este test se probó considerando un nivel de significancia del 5%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hipótesis nula (Ho): existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas al menos entre algún punto de muestreo. Hipótesis alterna (Ha): No existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas entre los puntos de muestreo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se acepta Ho si el p-value es mayor que el nivel de significancia 0.05. Se rechaza Ho si el p-value es menor que el nivel de significancia 0.05.
<p>3. Prueba de diferencia significativa para variación temporal Los datos se analizaron a través de un análisis de varianza (ANVA) de dos factores, para evaluar la variación temporal en épocas de avenida y estiaje, la prueba de hipótesis se realizó con un nivel de significancia del 5%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hipótesis nula (Ho): Existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en época de avenida y en época de estiaje en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020. Hipótesis alterna (Ha): No existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en época de avenida y en época de estiaje en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> Se acepta Ho si el p-value es mayor que el nivel de significancia 0.05. Se rechaza Ho si el p-value es menor que el nivel de significancia 0.05.
<p>4. Prueba de correlación de Pearson Se aplicó una prueba de correlación de Pearson, a fin de evaluar la relación que existe entre los parámetros de concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, se empleó un nivel de significancia del 5%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hipótesis nula (Ho): existe correlación entre las variables estudiadas. Hipótesis alterna (Ha): no existe correlación entre las variables estudiadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se acepta Ho si el p-value es mayor que el nivel de significancia 0.05. Se rechaza Ho si el p-value es menor que el nivel de significancia 0.05. <p>Interpretación del coeficiente de Pearson Rs, Si el valor de Rs: Es -1, hay una correlación negativa perfecta Se encuentra entre -1 y -0,5, hay una fuerte correlación negativa Se encuentra entre -0,5 y 0, hay una débil correlación negativa Se encuentra entre 0 y 0,5, hay una débil correlación positiva Se encuentra entre 0,5 y 1, hay una fuerte correlación positiva Es 1, hay una correlación positiva perfecta, entre los 2 juegos de datos.</p>



5. Prueba de análisis de componentes principales (PCA)
Para determinar la influencia que ejercen las actividades antrópicas sobre la calidad del recurso hídrico del río Chumbao, se empleó una prueba de análisis de componentes principales (PCA), la cual agrupó las variables con alto grado de asociación y estableció el gradiente ambiental de las estaciones de muestreo, gradiente con el cual se determinó el impacto que tiene cada actividad sobre la calidad del recurso hídrico.

- Hipótesis nula (H_0): Las actividades agropecuarias inciden significativamente en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.
- Hipótesis alterna (H_a): Las actividades agropecuarias no inciden significativamente en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

Es 0, se acepta la hipótesis nula, en los casos contrarios se rechaza.

- Se acepta H_0 si el p-value es mayor que el nivel de significancia 0.05.
- Se rechaza H_0 si el p-value es menor que el nivel de significancia 0.05.

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 DATOS GENERALES

Las actividades antrópicas que se han considerado con mayor importancia, debido a su estrecha relación con las características estudiadas, fueron las de tipo agrícola y pecuaria, que son las que tienen mayor prevalencia en la microcuenca del río Chumbao y que se muestran a continuación.

A. Crianza de ganado vacuno y cuyes.

Se encuestaron a 56 criadores de ganado vacuno y 54 criadores de cuyes, en los Anexos 3 y 4 se muestra la cantidad total de productores, el número de encuestas fue determinado a través de un muestreo aleatorio estratificado.

Los cuestionarios se aplicaron con la finalidad de conocer los productos veterinarios que más utilizaban en su actividad económica, se realizó en diferentes lugares del valle del río Chumbao como fueron: el Centro Poblado de Totoral, Centro Poblado de Poltoocsa, Puiso, barrio de Sol Naciente y Champacocha pertenecientes al distrito de San Jerónimo, así como también en lugares como Cruzpata, Pochccota y Ccarancalla en Andahuaylas; en el distrito de Talavera se encuestó en el barrio de Santa Rosa, Chumbibamba, Chihuampata y en los establos de la Av. Confraternidad, 5 esquinas y Jr. Apurímac. Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollaban estas actividades.

Según la Dirección de Información Agraria, se encontraban 3871 cabezas de ganado bovino en el lugar de estudio, los cuales eran desparasitados con



antihelmínticos comerciales que contienen fenbendazol, ivermectina, albendazol, triclabendazol, benzimidazol, tetramisol, oxibendazol, mebendazol, imidazotiazoles o levamisol (ergamizol). El control de moscas y otros ectoparásitos se realizaba con insecticidas organofosforados y piretroides, utilizándose productos comerciales como el ectonil ® pour on, caravanas over diazinón, cipermetrina, karate zeon, arpon® g y bifentrina entre otros. Se encontraron también a 695 productores de cuyes, los cuales utilizaban productos como fipronil y baygon para controlar moscas garrapatas y plagas, además de otros insecticidas organofosforados y piretroides.

Los químicos empleados son tóxicos y tienen un efecto dañino a la salud de los que desarrollan la actividad pecuaria y por su cercanía a las fuentes de agua contaminan a estas, las cuales finalmente se descargan al río Chumbao a través de sus tributarios. Los envases de los productos utilizados en algunos casos se votaban a la basura directamente, en otros casos se quemaban lo cual ocasiona un daño mayor al medio ambiente, se conoce que algunos productores entierran los envases y hasta se reutilizan para otros fines, por otro lado, lo que queda de los productos se guardan en lugares seguros para luego ser utilizados, dicho manejo representa un grave riesgo a nivel de las familias, porque se conocen casos de intoxicación.

En gran medida los lugares de crianza se encuentran cercanos a los arroyos a diferentes distancias, que varían de 20 a 300 m, estas fuentes de agua sirven para que el ganado beba directamente, para regar sus campos de cultivo, para realizar la limpieza y hasta para el propio consumo humano. Se sabe que algunos de los productores utilizan los desechos como abono orgánico en sus cultivos. Cabe mencionar que realizan la crianza de otras especies animales como es el caso de ganado porcino, ovino entre otros.

A continuación, se muestra la estadística descriptiva a partir de las preguntas cerradas del cuestionario (Anexo 7), las cuales fueron procesadas en el software IBM SPSS Statistics 25, la evidencia de la aplicación de las encuestas se muestra en el Anexo 9.

La base de datos para el procesamiento de todas las encuestas se muestra en los Anexos 10, 11, 12 y 13 respectivamente.



Tabla 9. Datos generales de la crianza de ganado vacuno y cuyes.

Pregunta	Criadores de vacunos		Criadores de cuyes	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Distribución según el género				
Masculino	14	24,6	25	46,3
Femenino	43	75,4	29	53,7
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución según el nivel de educación				
Ninguno	36	63,2	31	57,4
Primaria	14	24,6	11	20,4
Secundaria	4	7,0	12	22,2
Superior	3	5,3	-	-
Total	57	100,0	54	100,4
Distribución según el tipo de crianza				
Intensivo	6	10,5	25	46,3
Extensivo	9	15,8	25	46,3
Semiestabulado	42	73,7	4	7,4
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución del número de semovientes				
20 a más	3	5,3	44	81,5
10 a 20	3	5,3	6	11,1
5 a 10	10	17,5	3	5,6
1 a 5	41	71,9	1	1,9
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución según las hectáreas con las que cuentan				
10 a más hectáreas	-	-	1	1,9
5 a 10 hectáreas	3	5,3	7	13,0
1 a 5 hectáreas	13	22,8	22	40,7
Menos de 1 hectárea	41	71,9	24	44,4
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución según la utilización de vermicidas				
Si	54	94,7	3	5,6
No	3	5,3	51	94,4
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución según la utilización de insecticidas				
Si	35	61,4	33	61,1
No	22	38,6	21	38,9
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución según la existencia de fuente de agua cercana a la actividad				
Si	53	93,0	1	1,9
No	4	7,0	53	98,1
Total	57	100,0	54	100,0
Distribución según el tratamiento a los desechos de la actividad				
Si	7	12,3	41	75,9
No	50	87,7	13	24,1
Total	57	100,0	54	100,0

Fuente. Encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.



En la Tabla 9, se aprecia que las mujeres son las que más se dedicaban a la crianza de ganado vacuno y cuyes, en la actualidad las diferencias de género se han venido superando, debido a que las entidades del gobierno recomiendan que la cadena productiva sean lo más inclusiva posible. Se observa también que las personas que se dedicaban a estas crianzas en su mayoría no tenían ningún nivel de educación, seguido de los que tenían educación primaria y secundaria, existiendo un pequeño porcentaje de ganaderos que tenían educación superior en la crianza de ganado vacuno. En la misma tabla se presenta información en la que se evidencia que la mayor parte de los criadores de ganado vacuno, desarrollaban su actividad en el sistema semiestabulado, teniendo de 1 a 5 cabezas de ganado vacuno en su mayoría y menos de una hectárea de campo disponible, en el caso de la crianza de cuyes prevalece el sistema intensivo y extensivo, teniendo de 20 a más semovientes y menos de una hectárea disponible.

Un dato preocupante es que los productores utilizaban algún tipo de vermicida y/o insecticida, los productores mencionaron también que existen fuentes de agua cercanas a sus lugares de actividad, por lo que estas se convierten en el medio de transporte de contaminantes al río Chumbao, debido a que en muchos casos no desarrolla ningún tipo de tratamiento a los desechos que se producen en sus crianzas; la edad promedio de los criadores de ganado vacuno y criadores de cuy fue de 42 años.

B. Cultivo de quinua, papa y maíz.

Se aplicaron encuestas a 52 productores de quinua y 55 productores de papa y maíz (Anexos 5 y 6), para el caso del cultivo de quinua del distrito de Andahuaylas en: Rumi Rumi, Salinas, Curibamba, Salinas, Huayhuaca, Porvenir, Sacclaya, Huancabamba, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, Pochccota, Ccarancaya y Pampanza, para el distrito de Talavera en: Ccaccacha, Mulacancha, Puma Curi, Chihuanpata y Chumbibamba, para el distrito de San Jerónimo en: Chuspi, Ñahuin, Chaccarapata, Ccoyahuacho, Poltoocsa, Totoral, Ollabamba y Champacocha. En lo que respecta al cultivo de papa y maíz del distrito de Andahuaylas en: Rumi Rumi, Salinas, Curibamba, Paltacc, Salinas, Huayhuaca, Ccapaccalla, Porvenir, Sacclaya, Huancabamba, Ccacce, Ccompicancha, Centro Poblado de Pucaccasa, Socñacancha, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, Pochccota, Ccarancaya y



Pampanza; para el distrito de Talavera en: Ccaccacha, Mulacancha, Puma Curi, Oscollopampa, Possoccoy, Chihuanpata y Chumbibamba; para el distrito de San Jerónimo en: Ancatira, Chuspi, Ñahuin, Chaccarapata, Ccoyahuacho, Poltoccsa, Total, Ollabamba y Champacocha. Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollaban estas actividades productivas.

En la zona de estudio se encontraron 313 productores de quinua según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizaban pesticidas y plaguicidas como: Fitoklin, Oncol, Rotox, Cyperklin, Thiodan, Tifón, Campal, Ridomil, Silvacur, Sherpa, Cupravit y Permetrina. Además, se encontraron 849 productores de papa y maíz, los cuales utilizaban pesticidas y plaguicidas como: Fitoklin, Oncol, Karate Zeon, Lorpyfos, Rotox, Cyperklin y Sherpa entre otros.

En el mercado estos productos se los encuentra con diferentes nombres comerciales, los cuales generan un efecto dañino a la salud de los que desarrollan la actividad agrícola, y por la cercanía de los campos de cultivo a riachuelos los pesticidas contaminan finalmente al río Chumbao. Los agricultores consideran que estos productos contaminan la tierra y el agua, pero son conscientes de que es la única forma de combatir las plagas, por otro lado, les interesa tener mejores rendimientos por lo que los usan; tienen la percepción de que son malos pero que los utilizan por necesidad. El tiempo que vienen utilizando estos productos varía entre 1 a 10 años, los envases en algunos casos se votan a la basura directamente, en otros casos se queman lo cual ocasiona un daño mayor al medio ambiente, se sabe que algunos productores entierran los envases y hasta se reutilizan para otros fines, por otro lado lo que queda de los productos se guardan en lugares seguros para luego ser utilizados, dicho manejo representa un grave riesgo a nivel de las familias porque se conocen casos de intoxicación. En la mayoría de los casos los campos de cultivo se encuentran cercanos a fuentes de agua como son sequias o arroyos a diferentes distancias que varían desde los 20 m hasta los 300 m, dichas fuentes de agua sirven para que el ganado beba directamente, para regar sus campos de cultivo, para realizar la limpieza y hasta para el propio consumo humano.

A continuación, se muestra la estadística descriptiva procesada de las preguntas cerradas del cuestionario (Anexo 8).



Tabla 10. Datos generales del cultivo de quinua, papa y maíz.

Pregunta	Cultivo de quinua		Cultivo de papa y maíz	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Distribución según el género				
Masculino	46	88,5	42	76,4
Femenino	6	11,5	13	23,6
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución según el nivel de educación				
Ninguno	14	26,9	21	38,2
Primaria	10	19,2	13	23,6
Secundaria	24	46,2	14	25,5
Superior	4	7,7	7	12,7
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución según las hectáreas con las que cuentan				
10 a más hectáreas	-	-	-	-
5 a 10 hectáreas	-	-	11	20,0
1 a 5 hectáreas	-	-	35	63,6
Menos de 1 hectárea	52	100,0	9	16,4
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución del uso de algún tipo de pesticida/plaguicida en el cultivo				
Si	51	98,1	47	85,5
No	1	1,9	8	14,5
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución del uso de algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas				
Si	36	69,2	30	54,5
No	16	30,8	25	45,5
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución de lo que utiliza como protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas				
Guantes	-	-	21	38,2
Botas	1	1,9	3	5,5
Delantales	-	-	1	1,8
Mascara respiratoria	29	55,8	5	9,1
Otros	7	13,5	-	-
Total valido	37	71,2	30	54,5
Perdidos	15	28,8	25	45,5
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución según la existencia de fuente de agua cercana al cultivo				
Si	25	48,1	45	81,8
No	27	51,9	10	18,2
Total	52	100,0	55	100,0
Distribución sobre la utilización de algún tipo de fertilizante en el cultivo				
Si	52	100,0	51	92,7
No	-	-	4	7,3
Total	52	100,0	55	100,0

Fuente. Encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.



En la Tabla 10, se aprecia que las personas del género masculino son las que más se dedican al cultivo de quinua, papa y maíz, se observa también que los productores que se dedican a estas actividades agrícolas en su mayoría no tienen ningún nivel de educación o apenas llegan a la secundaria, existiendo un pequeño porcentaje de productores que tienen educación superior. En la misma tabla se presenta información en la que se evidencia que la mayor parte de los productores tenían menos de una hectárea o de 1 a 5 hectáreas disponibles para el desarrollo de los cultivos. Un dato preocupante es que utilizaban algún tipo de pesticida y/o plaguicida en muchos casos sin ningún tipo de elemento de protección personal. Los productores mencionaron que existen fuentes de agua cercanas a sus lugares de actividad, por lo que estas se convierten en el medio de transporte de contaminantes al río Chumbao, debido a que en muchos casos se utilizaban fertilizantes en los cultivos; la edad promedio de los productores fue de 35 años.

4.2 RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1 Describir las actividades agropecuarias que inciden en los pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

Mediante la aplicación de encuestas a productores se logró describir las actividades agropecuarias más relevantes; dentro de las actividades agrícolas se resalta el cultivo de quinua, papa y maíz, en el caso de las actividades pecuarias la crianza de ganado vacuno y cuyes. En la Tabla 11 se muestra la distribución porcentual según la utilización de vermicidas e insecticidas, por parte de los productores agropecuarios del valle del río Chumbao.



Tabla 11. Distribución según la utilización de vermícidias e insecticidas por parte de los productores agropecuarios.

Actividad agropecuaria	Tipo de producto químico	Porcentaje de los que si usan	Porcentaje de los que no usan
Crianza de ganado vacuno	Vermícida	94,7	5,3
Crianza de ganado vacuno	Insecticida	61,4	38,6
Crianza de cuyes	Vermícida	5,6	94,4
Crianza de cuyes	Insecticida	61,1	38,9
Cultivo de quinua	Pesticida/Plaguicida	98,1	1,9
Cultivo de papa y maíz	Pesticida/Plaguicida	85,5	14,5

Fuente. Encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la tabla anterior se muestran los productos químicos que más se utilizaban en las actividades económicas estudiadas, para el caso de la crianza de ganado vacuno se encontraron 3871 cabezas de ganado bovino según la DIA, los cuales eran desparasitados con antihelmínticos comerciales; el control de moscas y otros ectoparásitos se realizaba con insecticidas organofosforados y piretroides. Por otro lado, en la zona de estudio se encontraron 695 productores de cuyes según la DIA, los cuales utilizaban productos químicos para controlar moscas, garrapatas y plagas, además de otros insecticidas organofosforados y piretroides.

En la zona productora de quinua del valle del río Chumbao, se hizo una encuesta a una muestra de 52 productores, para conocer los productos químicos que más utilizaban. Se encontraron 313 productores de quinua, según la DIA, Los cuales utilizaban productos tóxicos que tienen un efecto dañino a la salud de los que desarrollaban esta actividad agrícola. También, se hizo una encuesta a una muestra de 55 productores de papa y maíz, para conocer los productos químicos que más utilizaban en su cultivo. Se encontraron 849 productores de papa y maíz según la DIA, se conoce que las fuentes de agua dulce se contaminan por su cercanía a las unidades de producción agrícola y pecuaria, que finalmente contaminan al río Chumbao por su cercanía. En la Tabla 12 se observa el resumen de productos químicos más utilizados por los productores agropecuarios del valle del río Chumbao.



Tabla 12. Tabla resumen de productos químicos más utilizados.

Actividad agropecuaria	Lugares de encuesta	Tipo de Encuestados	Productos químicos utilizados
Crianza de ganado vacuno	Centro Poblado de Totoral, Centro Poblado de Poltoccsa, Puiso, barrio de Sol Naciente y Champacocha pertenecientes al distrito de San Jerónimo, Así como también en lugares como Cruzpata, Pochccota y Ccarancalla en Andahuaylas. En el distrito de Talavera se encuestó en el barrio de Santa Rosa, Chumbibamba, Chihuampata y en los establos de la Av. Confraternidad, 5 esquinas y Jr. Apurímac.	Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollaban estas actividades, los cuales estuvieron distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao.	<ul style="list-style-type: none"> • Antihelmínticos: fenbendazol, ivermectina, albendazol, triclabendazol, benzimidazol, tetramisol, oxibendazol, mebendazol, imidazotizales o levamisol (ergamizol). • Insecticidas organofosforados y piretroides: ectonil ® pour on, caravanas over diazinón, cipermetrina, karate zeon, arpon® g y bifentrina entre otros.
Crianza de cuyes	Centro Poblado de Totoral, Centro Poblado de Poltoccsa, Puiso, barrio de Sol Naciente y Champacocha pertenecientes al distrito de San Jerónimo, Así como también en lugares como Cruzpata, Pochccota y Ccarancalla en Andahuaylas. En el distrito de Talavera se encuestó en el barrio de Santa Rosa, Chumbibamba, Chihuampata	Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollaban estas actividades, los cuales estuvieron distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao.	<ul style="list-style-type: none"> • Fipronil y baygon para el control de insectos.
Cultivo de quinua	En el distrito de Andahuaylas: Rumi Rumi, Salinas, Curibamba, Salinas, Huayhuaca, Porvenir, Sacclaya,	Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa,	<ul style="list-style-type: none"> • Fitoklin, Oncol, Rotox, Cyperklin, Thiodan, Tifón, Campal, Ridomil,



	Huancabamba, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollaban estas actividades, los cuales estuvieron distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao.	Silvacur, Sherpa, Cupravit y Permetrina.	
Cultivo de papa y maíz	En el distrito de Andahuaylas (Rumi Rumi, Salinas, Curibamba, Paltacc, Huayhuaca, Ccapaccalla, Porvenir, Sacclaya, Huancabamba, Ccacce, Ccompiancha, Centro Poblado de Pucaccasa, Socñaacancha, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, Pochccota, Ccarancaya y Pampanza). En el distrito de Talavera (Ccaccacha, Mulacancha, Puma Curi, Oscollopampa, Possoccoy, Chihuanpata y Chumbibamba). En el distrito de San Jerónimo (Ancatira, Chuspi, Ñahuin, Chaccarapata, Ccoyahuacho, Poltoocsa, Totoral, Ollabamba y Champaccocha).	Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollaban estas actividades, los cuales estuvieron distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao.	• Pesticidas y plaguicidas como: Fitoklin, Oncol, Karate Zeon, Lorpyfos, Rotox, Cyperklin y Sherpa entre otros.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.



4.2.2 Determinar la incidencia de la variación espacial y temporal en la concentración de pesticidas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

Los contaminantes emergentes considerados para el análisis, fueron los pesticidas organoclorados (POC) y pesticidas organofosforados (POF), evaluados en los diez puntos de muestreo (Tabla 13 y Figura 3), tanto para la época de avenida (marzo del 2020) y estiaje (agosto del 2020). Todos los pesticidas estudiados en los puntos de muestreo tanto en avenida como en estiaje, estuvieron por debajo de los límites de cuantificación para las metodologías utilizadas. Este hecho se puede deber a la estacionalidad, debido a que la recolección de las muestras se realizó en un periodo de lluvias, lo que incremento el nivel de solvente (agua) y en época de estiaje por las pequeñas concentraciones de los compuestos que llegan a los cuerpos de agua. En las Tablas 14 y 15 se puede observar que no hay cambios en la concentración de pesticidas organoclorados y organofosforados en todas las estaciones estudiadas durante las épocas de lluvias y estiaje.

Tabla 13. Coordenadas geográficas de los puntos analizados.

Puntos de Muestreo (avenida y estiaje) Ubicación referencial	Coordenadas geográficas	
	GPS Latitud	GPS Longitud
Punto 1(P1) Paccoccocha	13°46'45.2" Sur	73°13'50.0" Oeste
Punto 2 (P2) Pampahuasi	13°44'57.6" Sur	73°14'35.7" Oeste
Punto 3 (P3) Parte alta del río Chumbao	13°46'38.4" Sur	73°15'32.3" Oeste
Punto 4 (P4) Parte alta del río Chumbao	13°42'33.5" Sur	73°18'46.1" Oeste
Punto 5 (P5) Antes del distrito de San Jerónimo	13°39'23.5" Sur	73°21'31.0" Oeste
Punto 6 (P6) Frente al Coliseo Nación Chanka	13°39'33.1" Sur	73°22'38.4" Oeste
Punto 7 (P7) Frente al Batallón de Ingeniería	13°39'37.0" Sur	73°23'49.4" Oeste
Punto 8 (P8) Frente al Colegio Gremer	13°39'27.0" Sur	73°25'51.6" Oeste
Punto 9 (P9) Altura del puente Orconmayo	13°38'18.9" Sur	73°27'09.3" Oeste
Punto 10 (P10) Km 6.51 camino a Posoccoy	13°35'26.2" Sur	73°27'01.1" Oeste

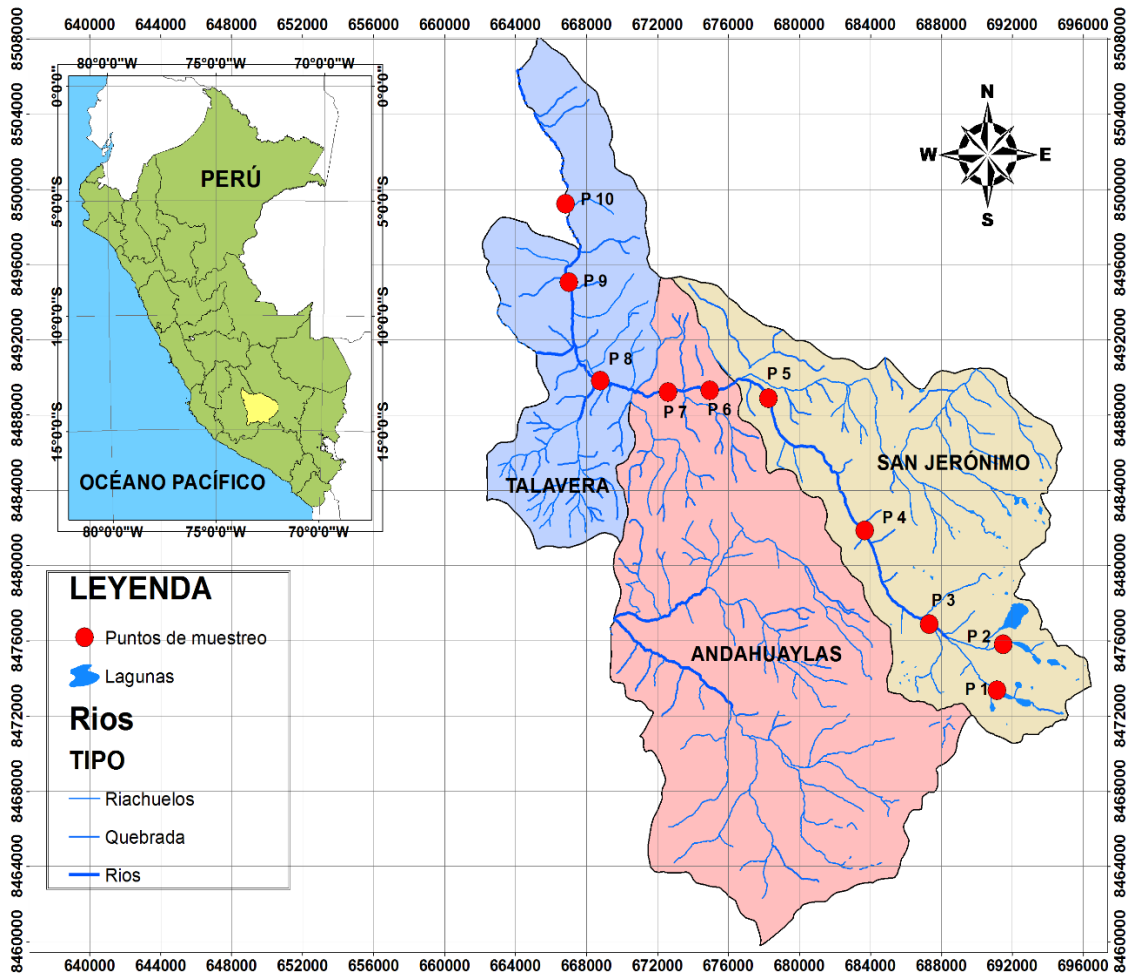


Figura 3. Puntos de muestreo en la cuenca del río Chumbao.

Fuente: Documento obtenido durante el estudio en Arc Gis.



Tabla 14. Resultados de pesticidas organoclorados en avenidas y estiaje.

Pesticidas organoclorados	Límite de Cuantificación (LC)	Unidad	Resultado avenidas (marzo)	Resultado estiaje (agosto)
a-BHC	0.0032	µg/L	< 0.0032	< 0.0032
a-Clordano	0.0023	µg/L	< 0.0023	< 0.0023
Aldrin	0.0027	µg/L	< 0.0027	< 0.0027
B-BHC	0.0047	µg/L	< 0.0047	< 0.0047
D-BHC	0.0023	µg/L	< 0.0023	< 0.0023
Dieldrin	0.0026	µg/L	< 0.0026	< 0.0026
Endosulfan I	0.0022	µg/L	< 0.0022	< 0.0022
Endosulfan II	0.0023	µg/L	< 0.0023	< 0.0023
Endosulfan sulfato	0.0042	µg/L	< 0.0042	< 0.0042
Endrin	0.0023	µg/L	< 0.0023	< 0.0023
Endrin Aldehido	0.0115	µg/L	< 0.0115	< 0.0115
g-BHC	0.0027	µg/L	< 0.0027	< 0.0027
g-Clordano	0.0030	µg/L	< 0.0030	< 0.0030
Heptacloro	0.0034	µg/L	< 0.0034	< 0.0034
Heptacloro Hepoxido	0.0016	µg/L	< 0.0016	< 0.0016
Metoxicloro	0.0138	µg/L	< 0.0138	< 0.0138
P, P'-DDD	0.0030	µg/L	< 0.0030	< 0.0030
P, P'-DDE	0.0024	µg/L	< 0.0024	< 0.0024
P, P'DDT.	0.0010	µg/L	< 0.0010	< 0.0010



Tabla 15. Resultados de pesticidas organofosforados en avenidas y estiaje.

Pesticidas organofosforados	Límite de Cuantificación (LC)	Unidad	Resultado avenidas (marzo)	Resultado estiaje (agosto)
Carbophenothion	0.094	µg/L	< 0.094	< 0.094
Chlorobenzilate	0.089	µg/L	< 0.089	< 0.089
Coumaphos	0.114	µg/L	< 0.114	< 0.114
Diallate	0.089	µg/L	< 0.089	< 0.089
Dimethoate	0.079	µg/L	< 0.079	< 0.079
Dinoseb	0.131	µg/L	< 0.131	< 0.131
Disulfoton	0.082	µg/L	< 0.082	< 0.082
EPN	0.123	µg/L	< 0.123	< 0.123
Ethion	0.175	µg/L	< 0.175	< 0.175
Famphur	0.087	µg/L	< 0.087	< 0.087
Fensulfothion	0.090	µg/L	< 0.090	< 0.090
Fenthion	0.078	µg/L	< 0.078	< 0.078
Imidan	0.168	µg/L	< 0.168	< 0.168
Kepone	0.099	µg/L	< 0.099	< 0.099
Leptophos	0.070	µg/L	< 0.070	< 0.070
Malathion	0.073	µg/L	< 0.073	< 0.073
Methyl parathion	0.094	µg/L	< 0.094	< 0.094
Parathion	0.085	µg/L	< 0.085	< 0.085
Phorate	0.075	µg/L	< 0.075	< 0.075
Phosalone	0.115	µg/L	< 0.115	< 0.115
Silvex	0.159	µg/L	< 0.159	< 0.159
Sulfotep	0.068	µg/L	< 0.068	< 0.068
Terbufos	0.075	µg/L	< 0.075	< 0.075
Tetrachlorvinphos	0.120	µg/L	< 0.120	< 0.120
Thionazin	0.069	µg/L	< 0.069	< 0.069



4.2.3 Determinar la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades fisicoquímicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

Se han estudiado las propiedades fisicoquímicas con la finalidad de determinar la incidencia de las actividades agropecuarias en estas, lo cual se ha realizado a nivel explicativo. En la Tabla 16 se muestra la distribución porcentual de la existencia de fuentes de agua cercanas a las actividades agrícolas y pecuarias que desarrollaban los productores, esto se realizó debido a que los riachuelos y arroyos son los principales tributarios del río Chumbao, los cuales contaminan con diversos desechos a este importante recuso hídrico.

Tabla 16. Distribución según la existencia de fuentes de agua cercanas a las actividades que desarrollan.

Actividad agropecuaria	Existencia de alguna fuente de agua cercana	Si existe alguna fuente	No existe alguna fuente
Crianza de ganado vacuno	Riachuelo, arroyo, sequia u otra fuente	93,0	7,0
Crianza de cuyes	Riachuelo, arroyo, sequia u otra fuente	1,9	98,1
Cultivo de quinua	Riachuelo, arroyo, sequia u otra fuente	48,1	51,9
Cultivo de papa y maíz	Riachuelo, arroyo, sequia u otra fuente	81,8	18,2

Fuente. Encuesta a productores del valle del río Chumbao 2020.

También se sistematizaron y analizaron las preguntas abiertas de los cuestionarios, las encuestas se aplicaron con la finalidad de conocer si existían fuentes de agua cercanas, que contaminaban el río Chumbao con desechos de las actividades agropecuarias que se realizaban; lo cual se puede apreciar en la Tabla 17. En gran medida los establos se encuentran cercanos a los arroyos a diferentes distancias, que varían de 20 a 300 m, estas fuentes de agua sirven para que el ganado beba directamente, para regar los campos de cultivo, para realizar la limpieza y hasta para el propio consumo humano, se conoce también que un 12.3 % de los criadores de ganado vacuno utilizan los desechos como abono orgánico en sus cultivos.



Se observó también que la mayor parte de los criadores de cuyes encuestados, mencionaron que no existen fuentes de agua cercanas a los lugares donde desarrollan esta actividad, observándose un pequeño porcentaje de productores que dijeron que si, esto debido a que se trata de una actividad económica que se desarrolla de manera dispersa y en mayor cantidad. Las fuentes de agua se convierten en el medio de transporte de contaminantes al río Chumbao que elevan los niveles de las propiedades fisicoquímicas en los puntos de descarga estudiados. Cabe mencionar que en la cuenca se realizan la crianza de otras especies animales como es el caso de ganado porcino, ovino entre otros.

En el caso de los productores de quinua, papa y maíz se observó que la mayoría de los productores encuestados, mencionaron que existen fuentes de agua cercanas a sus campos de cultivo, por lo que estos probablemente sean en el medio de transporte de los contaminantes diversos que hacen que se eleven las propiedades fisicoquímicas estudiadas. Si bien es cierto que las actividades agropecuarias estudiadas inciden en la contaminación de los puntos estudiados en el río Chumbao, es necesario mencionar que existen otras actividades antrópicas que tienen mayor influencia como es el caso de actividades domésticas, comerciales, etc. Que no han sido estudiadas en el presente trabajo.

Tabla 17. Tabla resumen sobre fuentes de agua cercanas y tratamiento de desechos.

Actividad agropecuaria	Fuentes de agua cercanas	Tratamiento de desechos
Crianza de ganado vacuno y cuyes	En gran medida los establos se encuentran cercanos a los arroyos a diferentes distancias, que varían de 20 a 300 m de distancia, estas fuentes de agua sirven para que el ganado beba directamente, para regar sus campos de cultivo, para realizar limpieza y hasta para el propio consumo humano,	Se conoce también que un 12.3 % de los criadores de ganado vacuno y 75.9 % de criadores de cuyes utilizaban los desechos como abono orgánico en sus cultivos.
Productores de quinua, papa y maíz	Existen fuentes de agua cercanas a sus campos de cultivo a diferentes distancias.	Utilizaban en sus cultivos desechos orgánicos de otras actividades pecuarias que desarrollaban



Las características fisicoquímicas estudiadas cuantitativamente en la microcuenca del río Chumbao fueron: oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez, sólidos totales disueltos, alcalinidad, dureza, pH y conductividad. Las cuales fueron determinadas en diez puntos a lo largo del río Chumbao durante la temporada de avenida y estiaje.

A. Propiedades fisicoquímicas.

a. Nivel de oxígeno disuelto (OD).

a.1. Variación espacial de OD.

Esta propiedad se determinó de manera independiente en los puntos de muestreo seleccionados, tanto en época de avenida como en época de estiaje a través del indicador OD, los resultados se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de la variación espacial del nivel de oxígeno disuelto.

Puntos de muestreo	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /L)			Oxígeno disuelto (mgO ₂ /L)		
	Avenida			Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	4.12 ^A	\pm	0.05	5.23 ^{AB}	\pm	0.05
P2	4.15 ^A	\pm	0.02	5.31 ^B	\pm	0.06
P3	4.30 ^B	\pm	0.07	5.47 ^C	\pm	0.04
P4	4.79 ^C	\pm	0.03	7.75 ^D	\pm	0.03
P5	5.85 ^D	\pm	0.01	8.54 ^E	\pm	0.16
P6	7.45 ^E	\pm	0.02	5.18 ^{AF}	\pm	0.01
P7	7.74 ^F	\pm	0.04	8.03 ^G	\pm	0.02
P8	7.23 ^G	\pm	0.06	2.21 ^H	\pm	0.03
P9	6.40 ^H	\pm	0.03	5.11 ^F	\pm	0.08
P10	7.83 ^I	\pm	0.03	7.91 ^I	\pm	0.03

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

Los resultados que se muestran en la tabla permiten apreciar que existe diferencia significativa, entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje (p-value <0.05). El análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y la prueba de contraste se observa en el Anexo 16, los valores



reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 4.12 mgO₂/L y 7.83 mgO₂/L, mientras que en la temporada de estiaje estuvieron entre 2.21 mgO₂/L y 8.54 mgO₂/L.

a.2. Variación temporal de OD.

En la Tabla 19 se muestran los valores promedio para oxígeno disuelto por temporada, se observa que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje (p-value>0.05), Los valores promedio de OD reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 5.99 y 6.10 mgO₂/L respectivamente.

Tabla 19. Valores promedio de OD por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	5.99	A
Estiaje	10	6.10	A

b. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

b.1. Variación espacial de DBO.

Los niveles de la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días, en épocas de avenida y estiaje se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Resultados de la variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno.

Puntos de Muestreo	DBO ₅ (mgO ₂ /L)			DBO ₅ (mgO ₂ /L)		
	Avenida			Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	0.00 ^A	\pm	0.00	0.00 ^A	\pm	0.00
P2	0.00 ^A	\pm	0.00	0.00 ^A	\pm	0.00
P3	0.00 ^A	\pm	0.00	0.00 ^A	\pm	0.00
P4	2.71 ^B	\pm	0.03	0.00 ^A	\pm	0.00
P5	2.11 ^B	\pm	0.10	39.67 ^B	\pm	0.58
P6	9.88 ^C	\pm	0.09	185.67 ^C	\pm	1.53
P7	28.37 ^D	\pm	0.55	51.00 ^D	\pm	1.00
P8	58.45 ^E	\pm	0.51	145.33 ^E	\pm	1.15
P9	91.13 ^F	\pm	1.03	47.33 ^F	\pm	1.53
P10	115.34 ^G	\pm	1.54	6.67 ^G	\pm	0.58



Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

Los resultados que se muestran en la tabla permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje ($p\text{-value} < 0,05$), El análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 17, los valores durante la temporada de avenida oscilaron entre 0.00 mgO₂/L a 115.34 mgO₂/L mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 0.00 mg O₂/L a 185.67 mg O₂/L.

b.2. Variación temporal de DBO.

En la Tabla 21 se muestran los valores promedio para DBO por temporada, se aprecia que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje ($p\text{-value} > 0.05$), Los valores promedio de DBO reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 30.80 y 47.57 mgO₂/L respectivamente.

Tabla 21. Valores promedio de DBO por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	30.80	A
Estiaje	10	47.57	A

c. Nitratos.

Los resultados de nitratos (NIT) estuvieron por debajo del límite de detección y se muestran en la Tabla 22, este indicador permite medir el nivel de eutrofización en ríos, son la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en el agua, se forman en la descomposición de las sustancias orgánicas nitrogenadas (proteínas).



Tabla 22. Resultados de nitratos.

Puntos de Muestreo	Nitrato (mg NO_3^- /L) Avenida			Nitrato (mg NO_3^- /L) Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P2	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P3	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P4	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P5	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P6	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P7	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P8	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P9	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00
P10	< 1.00	\pm	0.00	< 1.00	\pm	0.00

d. Fosfatos.

d.1. Variación espacial de fosfatos.

Los niveles de fosfatos (FOS) que se muestran en la Tabla 23 permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje (p-value <0,05), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 18, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 0.00 mg PO_4^{3-} /L a 2.07 mg PO_4^{3-} /L mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 0.00 mg PO_4^{3-} /L a 1.87 mg PO_4^{3-} /L.



Tabla 23. Resultados de fosfatos.

Puntos de Muestreo	Fosfato ($\text{mgPO}_4^{3-}/\text{L}$)			Fosfato ($\text{mgPO}_4^{3-}/\text{L}$)		
	Avenida			Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	0.00 ^A	\pm	0.00	0.00 ^A	\pm	0.00
P2	0.00 ^A	\pm	0.00	0.00 ^A	\pm	0.00
P3	0.00 ^A	\pm	0.00	0.01 ^B	\pm	0.01
P4	0.05 ^B	\pm	0.00	0.05 ^C	\pm	0.00
P5	1.49 ^C	\pm	0.01	0.17 ^D	\pm	0.00
P6	0.91 ^D	\pm	0.01	1.31 ^E	\pm	0.00
P7	1.69 ^E	\pm	0.02	1.64 ^F	\pm	0.00
P8	1.70 ^E	\pm	0.02	1.52 ^G	\pm	0.00
P9	2.07 ^F	\pm	0.01	1.87 ^H	\pm	0.01
P10	0.62 ^G	\pm	0.00	1.02 ^I	\pm	0.01

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

d.2. Variación temporal de fosfatos.

En la Tabla 24 se muestran los valores promedio para fosfatos por temporada, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje ($p\text{-value} > 0.05$), Los valores promedio de fosfatos reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 0.85 y 0.76 $\text{mgPO}_4^{3-}/\text{L}$ respectivamente.

Tabla 24. Valores promedio de fosfatos por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Estiaje	10	0.76	A
Avenida	10	0.85	A

e. Temperatura.

e.1. Variación espacial de temperatura.

Los resultados de la temperatura (T) en grados centígrados que se muestran en la Tabla 25, permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje ($p\text{-value}$

<0,05), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 19, los valores reportados durante la temporada de avenida estuvieron entre 9.80 °C a 16.60 °C mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 10.01 °C a 22.95 °C.

Tabla 25. Resultados de temperatura.

Puntos de Muestreo	Temperatura (°C) Avenida			Temperatura (°C) Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	9.80 ^A	\pm	0.02	10.01 ^A	\pm	0.01
P2	10.00 ^B	\pm	0.03	10.45 ^A	\pm	0.02
P3	10.50 ^C	\pm	0.01	10.72 ^B	\pm	0.01
P4	10.17 ^B	\pm	0.03	10.86 ^C	\pm	0.00
P5	11.41 ^D	\pm	0.08	19.22 ^D	\pm	0.01
P6	12.92 ^E	\pm	0.06	22.28 ^E	\pm	0.01
P7	14.08 ^F	\pm	0.13	21.24 ^F	\pm	0.00
P8	15.57 ^G	\pm	0.21	22.95 ^G	\pm	0.01
P9	15.75 ^G	\pm	0.11	20.58 ^H	\pm	0.01
P10	16.60 ^H	\pm	0.23	19.13 ^I	\pm	0.01

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

e.2. Variación temporal de temperatura.

En la Tabla 26 se muestran los valores promedio para temperatura por temporada, se puede observar que existe diferencia significativa entre avenida y estiaje ($p\text{-value} < 0.05$), Los valores promedio de temperatura reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 12.68 y 16.74 °C respectivamente.

Tabla 26. Valores promedio de temperatura por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	12.68	A
Estiaje	10	16.74	B



f. Turbidez.

f.1. Variación espacial de turbidez.

Los resultados de turbidez (TUR) que se muestran en la Tabla 27 permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje (p-value <0,05), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 20, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 0.50 FNU a 143.53 FNU mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 0.05 FNU a 62.40 FNU.

Tabla 27. Resultados de turbidez.

Puntos de Muestreo	Turbidez (FNU) Avenida			Turbidez (FNU) Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	0.50 ^A	\pm	0.40	0.05 ^A	\pm	0.28
P2	1.40 ^{AB}	\pm	0.20	0.09 ^A	\pm	0.31
P3	2.30 ^B	\pm	0.18	0.12 ^A	\pm	0.17
P4	4.27 ^C	\pm	0.12	0.20 ^A	\pm	0.35
P5	11.43 ^D	\pm	0.32	17.57 ^B	\pm	1.82
P6	23.70 ^E	\pm	0.70	28.77 ^C	\pm	0.71
P7	29.43 ^F	\pm	0.85	15.40 ^D	\pm	0.17
P8	66.07 ^G	\pm	1.87	62.40 ^E	\pm	2.42
P9	99.90 ^H	\pm	2.19	37.97 ^F	\pm	0.50
P10	143.53 ^I	\pm	0.91	24.33 ^G	\pm	0.31

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

f.2. Variación temporal de turbidez.

En la Tabla 28 se muestran los valores promedio para turbidez por temporada, se aprecia que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje (p-value>0.05), Los valores promedio de turbidez reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 38.25 y 18.70 FNU respectivamente.



Tabla 28. Valores promedio de turbidez por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Estiaje	10	18.70	A
Avenida	10	38.25	A

g. Sólidos totales disueltos.

g.1. Variación espacial de sólidos totales disueltos.

Los resultados de sólidos totales disueltos (STD) que se muestran en la Tabla 29, permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje (p -value $< 0,05$), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 21, los valores reportados durante la temporada de avenida están entre 12.00 mg/L a 168.00 mg/L mientras que en la temporada de estiaje entre 26.00 mg/L a 453.00 mg/L.

Tabla 29. Resultados de sólidos totales disueltos.

Puntos de Muestreo	Sólidos totales disueltos (mg/L)			Sólidos totales disueltos (mg/L)		
	Avenida			Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	12.00 ^A	\pm	0.30	26.00 ^A	\pm	0.40
P2	15.00 ^B	\pm	1.10	30.00 ^B	\pm	0.70
P3	19.00 ^C	\pm	0.20	42.10 ^C	\pm	1.20
P4	22.00 ^D	\pm	0.16	52.67 ^D	\pm	0.58
P5	25.67 ^E	\pm	0.18	107.00 ^E	\pm	0.00
P6	43.33 ^F	\pm	0.30	217.00 ^F	\pm	0.00
P7	56.33 ^G	\pm	0.38	234.00 ^G	\pm	0.00
P8	76.67 ^H	\pm	0.54	402.00 ^H	\pm	0.00
P9	139.33 ^I	\pm	0.97	434.00 ^I	\pm	1.73
P10	168.00 ^J	\pm	1.19	453.00 ^J	\pm	0.00

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.



g.2. Variación temporal de sólidos totales disueltos.

En la Tabla 30 se muestran los valores promedio para STD por temporada, se puede observar que existe diferencia significativa entre avenida y estiaje ($p\text{-value} < 0.05$), Los valores promedio de STD reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 57.73 y 199.78 mg/L respectivamente.

Tabla 30. Valores promedio de STD por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	57.73	A
Estiaje	10	199.78	B

h. Alcalinidad.

h.1. Variación espacial de alcalinidad.

Los resultados de alcalinidad (ALC) que se muestran en la Tabla 31, permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje ($p\text{-value} < 0,05$), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 22, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 0.87 mgCaCO₃/L a 58.23 mgCaCO₃/L mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 3.10 mgCaCO₃/L a 49.33 mgCaCO₃/L.

Tabla 31. Resultados de alcalinidad.

Puntos de Muestreo	Alcalinidad (mgCaCO_3/L) Avenida			Alcalinidad (mgCaCO_3/L) Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
	P1	0.87 ^A	\pm	0.20	3.10 ^A	\pm
P2	1.20 ^A	\pm	0.60	4.52 ^B	\pm	0.46
P3	2.56 ^B	\pm	0.51	7.36 ^C	\pm	0.21
P4	3.13 ^B	\pm	0.25	9.40 ^D	\pm	0.17
P5	20.27 ^C	\pm	0.64	19.47 ^E	\pm	0.31
P6	26.70 ^D	\pm	0.44	24.47 ^F	\pm	0.31
P7	33.47 ^E	\pm	0.45	28.07 ^G	\pm	0.50
P8	36.00 ^F	\pm	0.52	35.53 ^H	\pm	0.45
P9	43.73 ^G	\pm	1.16	48.27 ^I	\pm	1.01
P10	58.23 ^H	\pm	0.31	49.33 ^J	\pm	0.31

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

h.2. Variación temporal de alcalinidad

En la Tabla 32 se muestran los valores promedio para alcalinidad por temporada, se puede observar que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje ($p\text{-value} > 0.05$), Los valores promedio de alcalinidad reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 22.62 y 22.95 mgCaCO_3/L respectivamente.

Tabla 32. Valores promedio de alcalinidad por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	22.62	A
Estiaje	10	22.95	A

i. Dureza.

i.1. Variación espacial de dureza.

Los resultados de dureza (DUR) que se muestran en la Tabla 33 permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en



temporada de avenida y temporada de estiaje (p -value $<0,05$), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 23, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 3.21 a 200.80 $mgCaCO_3/L$ mientras que en la temporada de estiaje entre 11.40 a 170.13 $mgCaCO_3/L$.

Tabla 33. Resultados de dureza.

Puntos de Muestreo	Dureza ($mgCaCO_3/L$)			Dureza ($mgCaCO_3/L$)		
	Avenida			Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	3.21 ^A	\pm	0.60	11.40	\pm	0.20
P2	4.32 ^A	\pm	0.98	13.20	\pm	0.50
P3	5.02 ^{AB}	\pm	0.71	18.60	\pm	0.40
P4	6.97 ^B	\pm	0.76	20.33 ^A	\pm	0.64
P5	44.07 ^C	\pm	1.34	42.30	\pm	0.62
P6	80.80 ^D	\pm	1.31	74.17	\pm	1.06
P7	101.37 ^E	\pm	1.40	85.73	\pm	1.01
P8	109.10 ^F	\pm	1.56	107.63	\pm	1.35
P9	100.67 ^E	\pm	1.69	112.60	\pm	1.73
P10	200.80 ^G	\pm	1.18	170.13	\pm	1.06

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

i.2. Variación temporal de dureza

En la Tabla 34 se muestran los valores promedio para dureza por temporada, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje (p -value >0.05), Los valores promedio de dureza reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 65.63 y 65.61 $mgCaCO_3/L$ respectivamente.

Tabla 34. Valores promedio de dureza por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Estiaje	10	65.61	A
Avenida	10	65.63	A



j. Potencial de hidrogeno.

j.1. Variación espacial de potencial de hidrógeno.

Los resultados del potencial de hidrogeno (pH) que se muestran en la Tabla 35, permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje (p-value <0,05), el análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 24, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 7.00 a 8.53 mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 7.40 a 8.61.

Tabla 35. Resultados de pH.

Puntos de Muestreo	pH Avenida			pH Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	7.00 ^A	\pm	0.12	7.40 ^A	\pm	0.01
P2	7.10 ^A	\pm	0.02	7.60 ^B	\pm	0.03
P3	7.38 ^B	\pm	0.08	7.80 ^C	\pm	0.02
P4	7.65 ^C	\pm	0.13	8.46 ^D	\pm	0.01
P5	7.76 ^{CD}	\pm	0.09	9.33 ^E	\pm	0.02
P6	8.10 ^E	\pm	0.04	7.98 ^F	\pm	0.01
P7	8.10 ^E	\pm	0.02	8.44 ^D	\pm	0.01
P8	7.87 ^{DF}	\pm	0.15	7.51 ^G	\pm	0.00
P9	8.02 ^{EF}	\pm	0.06	7.60 ^B	\pm	0.01
P10	8.53 ^G	\pm	0.24	8.61 ^H	\pm	0.00

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

j.2. Variación temporal de pH

En la Tabla 36 se muestran los valores promedio para pH por temporada, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre avenida y estiaje (p-value>0.05), los valores promedio de pH reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 7.75 y 8.07 respectivamente.



Tabla 36. Valores promedio de pH por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	7.75	A
Estiaje	10	8.07	A

k. Conductividad.

k.1. Variación espacial de conductividad.

Los resultados de conductividad (CON) que se muestran en la Tabla 37, permiten apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo analizados en temporada de avenida y temporada de estiaje (p-value <0,05), la diferencia mínima significativa y prueba de contraste se observa en el Anexo 25, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 25.40 uS/cm a 337.00 uS/cm mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 60.01 uS/cm a 905.67 uS/cm.

Tabla 37. Resultados de conductividad.

Puntos de Muestreo	Conductividad (uS/cm) Avenida			Conductividad (uS/cm) Estiaje		
	\bar{X}	\pm	S	\bar{X}	\pm	S
P1	25.40 ^A	\pm	1.51	60.01 ^A	\pm	3.11
P2	29.30 ^B	\pm	2.01	79.73 ^B	\pm	1.05
P3	37.18 ^C	\pm	1.08	85.62 ^C	\pm	2.01
P4	44.67 ^D	\pm	1.15	105.33 ^D	\pm	1.15
P5	51.33 ^E	\pm	1.15	214.00 ^E	\pm	0.00
P6	86.33 ^F	\pm	1.53	434.33 ^F	\pm	0.58
P7	108.33 ^G	\pm	1.53	468.00 ^G	\pm	0.00
P8	154.33 ^H	\pm	1.15	803.67 ^H	\pm	0.58
P9	277.67 ^I	\pm	2.08	868.67 ^I	\pm	3.21
P10	337.00 ^J	\pm	2.65	905.67 ^J	\pm	0.58

Nota: \bar{x} es la media; S es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada punto de muestreo, evaluados a través de una prueba F, con $\alpha = 5\%$. Los datos empleados para el cálculo se muestran en el Anexo 14 y 15.

k.2. Variación temporal de conductividad.



En la Tabla 38 se muestran los valores promedio para conductividad por temporada, se puede apreciar que existe diferencia significativa entre avenida y estiaje ($p\text{-value} < 0.05$), Los valores promedio de conductividad reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 115.15 y 402.50 uS/cm respectivamente.

Tabla 38. Valores promedio de conductividad por temporada.

Temporada	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Avenida	10	115.15	A
Estiaje	10	402.50	B

4.2.4 Determinar la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

Se han estudiado las propiedades microbiológicas con la finalidad de determinar la incidencia de las actividades agropecuarias en estas. En la Tabla 39 se muestra la distribución porcentual según el tratamiento que se realiza a los desechos que se producen en las actividades agrícolas y pecuarias estudiadas, debido a que estos contaminantes orgánicos serían los que contribuyen al incremento de los niveles de las propiedades microbiológicas en el río Chumbao, se conoce que existen otras actividades antrópicas que tienen relación con la presencia de coliformes totales y fecales pero que no han sido estudiadas en el presente trabajo.

Tabla 39. Distribución según el tratamiento que se realiza a los desechos que se producen en las actividades agropecuarias.

Actividad agropecuaria	Si realiza algún tratamiento a los desechos en su actividad	No realiza algún tratamiento a los desechos en su actividad
Crianza de ganado vacuno	12,3	87,7
Crianza de cuyes	75,9	24,1

Fuente. Encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la tabla se muestra que gran parte de los criadores de ganado vacuno no desarrollan ningún tipo de tratamiento a los desechos orgánicos que se producen en dicha actividad económica productiva, por lo que por su cercanía a los riachuelos, arroyos y sequias contaminan al río Chumbao a través de sus tributarios, estos contaminantes contribuirían a incrementar los niveles de las propiedades microbiológicas estudiadas, en el caso de la crianza de cuyes se observa que en gran medida los productores realizan algún tipo de



tratamiento a sus desechos, para su posterior utilización como abono en el cultivo de diferentes productos agrícolas, es necesario mencionar que existen otras actividades antrópicas que tienen mayor incidencia en las características estudiadas, como es el caso de actividades domésticas, comerciales, etc. Que no han sido estudiadas en el presente trabajo. Se conoce también el uso de fertilizantes de origen orgánico (gallinaza, compost, etc.) que se lavarían en los campos de cultivo durante el riego y por lixiviación llegarían a los cuerpos de agua, lo cual también contribuiría al incremento de los niveles de las propiedades microbiológicas estudiadas.

A. Propiedades microbiológicas.

Las características microbiológicas cuantitativas estudiadas y consideradas en el presente estudio, fueron los coliformes totales y coliformes fecales.

a. Variación espacial y temporal de coliformes totales.

a.1. Coliformes totales.

Los resultados de coliformes totales (CT) se muestran en la Tabla 40, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 0 a 9500 UFC/mL mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 0 a 54000 UFC/mL.

Tabla 40. Resultados de coliformes totales.

Puntos de muestreo	Coliformes totales (UFC/mL)	
	Avenida	Estiaje
P1	0	0
P2	0	0
P3	0	0
P4	25	14
P5	50	325
P6	2000	25500
P7	500	1100
P8	2000	54000
P9	9500	25500
P10	3000	400

b. Variación espacial y temporal de coliformes fecales.



b.1. Coliformes fecales.

Los resultados de coliformes fecales (CF) se muestran en la Tabla 41, los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 0 a 5000 UFC/mL mientras que en la temporada de estiaje oscilaron entre 0 a 20000 UFC/mL.

Tabla 41. Resultados de coliformes fecales.

Puntos de muestreo	Coliformes fecales (UFC/mL)	
	Avenida	Estiaje
P1	0	0
P2	0	0
P3	0	0
P4	0	0.5
P5	0	0
P6	1000	7000
P7	500	250
P8	0	20000
P9	5000	11500
P10	0	70

4.3 RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

4.3.1 Evaluar las actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2020.

Se realizó una correlación múltiple de las variables, observándose mayormente un comportamiento positivo entre ellas (la tabla de correlación se puede observar en el Anexo 26 y 27), en las Figuras 4 y 5 se muestran los valores de correlación de la contaminación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas diferenciadas por color (tonalidad que varía de azul a rojo), evaluadas durante la temporada de lluvia y temporada de estiaje, en ellas se puede apreciar que la mayoría de los parámetros se correlacionan positivamente, a excepción del pH y OD (estiaje) que se correlacionan negativamente con las otras variables, se aceptó la hipótesis nula (H_0): si existe correlación entre las variables estudiadas ($p\text{-value} > 0,05$). Posteriormente se procedió a realizar el análisis de componentes principales



(ACP), en el que se retuvieron los 2 primeros componentes según el criterio de Kaiser (autovalores mayores a 1), con estos se logró explicar el 90.36 % de la variabilidad de los datos originales para la temporada de avenida y 87.29 % de la variabilidad de los datos originales para la temporada de estiaje, en ambos casos se aceptó la hipótesis nula (H_0): si existe incidencia por la variación espacial y temporal de los puntos de muestreo y las variables estudiadas ($p\text{-value} > 0,05$).

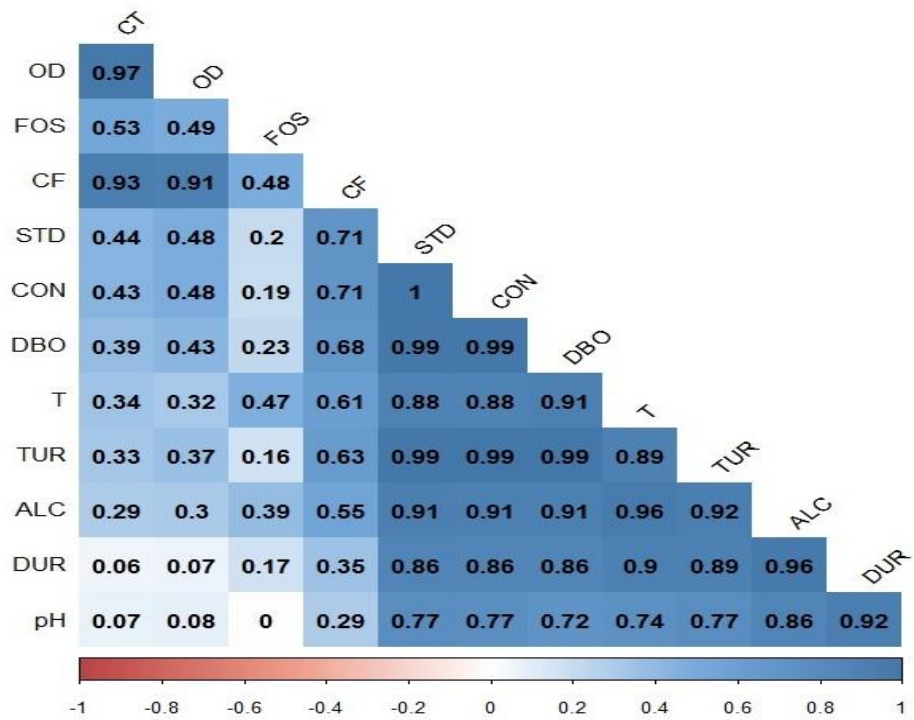


Figura 4. Correlación de las variables para la época de lluvia.

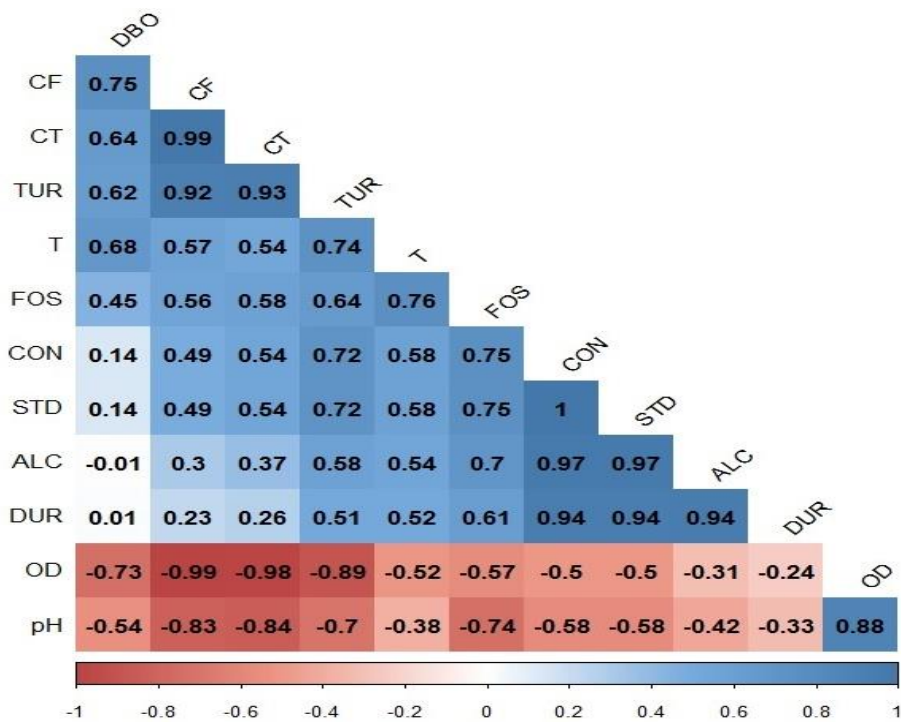


Figura 5. Correlación de las variables para la época de estiaje.

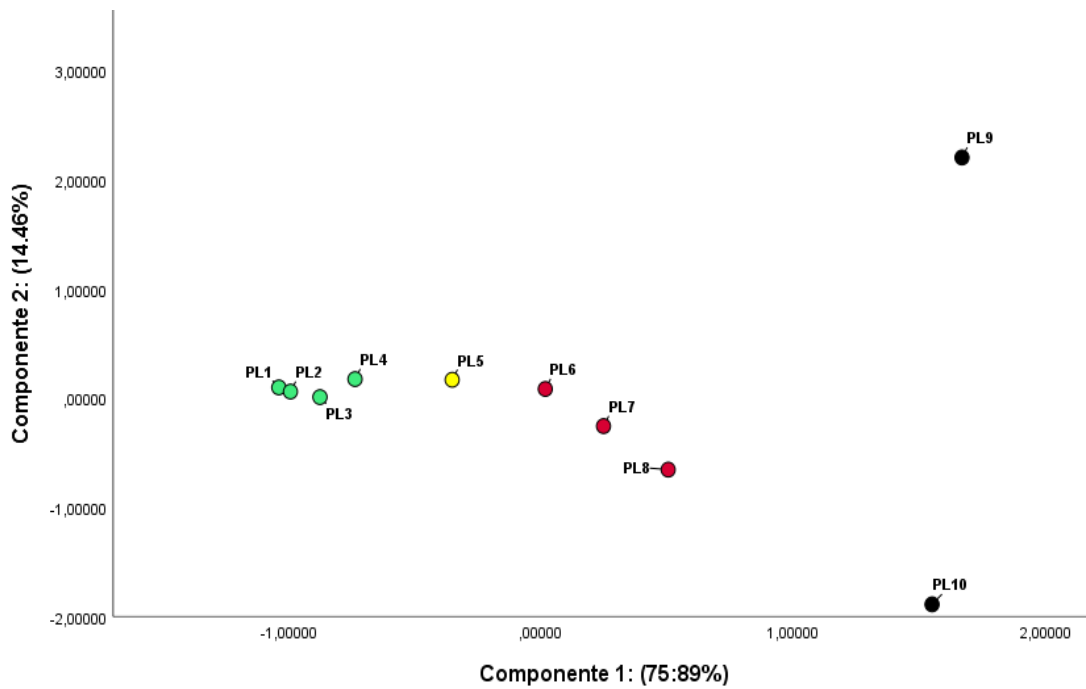


Figura 6. Distribución espacial de las estaciones en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 2 en temporada de lluvias, río Chumbao, Perú.

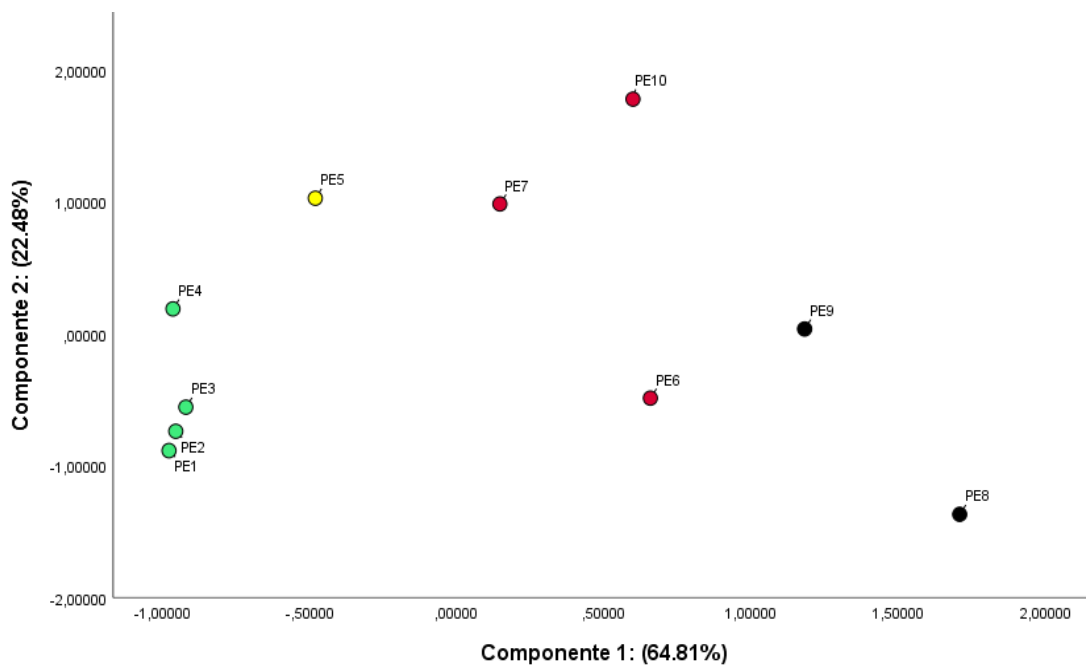


Figura 7. Distribución espacial de las estaciones en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 2 en temporada de estiaje, río Chumbao, Perú.

El análisis de componentes principales de la Figura 6 y 7 muestra con claridad el proceso de degradación del recurso hídrico en el río Chumbao en las temporadas de avenida y estiaje, por efecto de los vertimientos de las aguas residuales provenientes de las actividades agropecuarias, comerciales, domésticas e industriales.



CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS MÁS RELEVANTES Y SIGNIFICATIVOS

La Provincia de Andahuaylas se ubica en la Región Peruana de Apurímac, el conglomerado urbano más importante está conformado por los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, éste área poblada y el río Chumbao comparten el mismo espacio en la cuenca. El hallazgo más relevante y significativo fue la determinación de la influencia de las actividades agropecuarias sobre la concentración de pesticidas, características fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Perú. Lo cual se realizó mediante un análisis de componentes principales (ACP) de las propiedades estudiadas en los puntos de muestreo elegidos, lográndose obtener una distribución espacial de dichas estaciones, en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 2 en el río Chumbao, gracias a que se estudiaron cinco actividades agropecuarias, diecinueve pesticidas organoclorados, veinticinco pesticidas organofosforados, diez propiedades fisicoquímicas y dos microbiológicas, en diez puntos de muestreo del río durante las épocas de lluvia y estiaje.

Se identificó también, el uso de varios productos veterinarios y agrícolas en las actividades agropecuarias estudiadas, no se han detectado valores significativos en la concentración de pesticidas organoclorados y organofosforados. Algunas de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas están por encima de los estándares de calidad ambiental según la normativa actual, las cuales se incrementan en los puntos donde existe descarga de aguas residuales. Además, se determinó un deterioro progresivo



de la calidad del agua del río Chumbao, lo cual es originado por las actividades antrópicas que se realizan en la cuenca; es posible que ésta sea la causa de la prevalencia de enfermedades infecciosas y parasitarias en la población del área de estudio.

5.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Por el costo elevado de los análisis, sólo se pudo monitorear el río en dos temporadas, se recomienda que se hagan análisis periódicos en los cuerpos de agua dulce, normalmente se hacen cuatro muestreos al mes, por lo que, al tener mayor cantidad de datos el análisis de componentes principales sería más robusto. Otra limitación está referida al acceso a laboratorios que cuenten con instrumental moderno y especializado, como es el caso del equipo de cromatografía líquida de alta eficiencia acoplado a cromatógrafos de gases y masas, que se utilizan para la determinación de compuestos emergentes diversos.

5.3. COMPARACIÓN CRÍTICA CON LA LITERATURA EXISTENTE

A partir de los hallazgos que se encontraron en la presente investigación, se acepta la hipótesis general, la cual establece que las actividades agropecuarias inciden negativamente en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, durante el año de estudio.

Estos resultados guardan relación con lo mencionado por Díaz y Granada (2018), en su estudio del río Bogotá en Colombia, tramo Villapinzón y lo reportado por Ojeda y Santacruz (2017) en su investigación del cuerpo de agua que es afluente del Humedal Ramnsar, Laguna de la Cocha en Pasto Colombia. Ambos autores evidenciaron el efecto de las actividades antrópicas en las diversas propiedades físicas, químicas y microbiológicas que estudiaron; además, en el caso del río Bogotá las propiedades estudiadas estuvieron por encima de los estándares establecidos por la normativa ambiental, lo cual atentaba contra la salud de los habitantes de la cuenca estudiada, por otro lado, en el caso del humedal Ramnsar se logró identificar las actividades antropogénicas del tipo agrícola, pecuaria, porcina y piscícola, que de manera no puntual incidían en pequeña proporción en las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico estudiado, encontrándose una buena calidad del agua para éste caso.

En las Figuras 6 y 7 en color verde se localizan los puntos de muestreo que se encuentran en la parte alta del valle del río Chumbao, en estas estaciones no se



presentaba contaminación importante; en el caso del P1 y P2 la turbiedad para ambas temporadas estaban por debajo del límite máximo permisible para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (Ministerio del Ambiente, 2017). No se observaron niveles de contaminación altos para las características estudiadas, debido a que en los alrededores del P1 y P2 no se observaban aún actividades antrópicas contaminantes, en el P3 se observaron actividades del tipo agropecuario como el cultivo de papa y crianza de ganado vacuno. Las estaciones de color amarillo indican una posición intermedia en contaminación por actividades agropecuarias y aguas residuales domésticas. Estas estaciones tienen un grado importante de contaminación tanto en avenida como en estiaje. Los puntos de muestreo de color rojo, son las estaciones con mayor degradación del recurso hídrico; estos puntos de muestreo presentan bajas concentraciones de OD y valores altos de las demás variables fisicoquímicas. Ocasionado por la alteración del río con aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, que originan el incremento de DBO, temperatura, turbidez, STD, conductividad, dureza, alcalinidad, fosfatos, coliformes totales y fecales. Estas estaciones del casco urbano que presentan valores altos de estas propiedades, son producto del alto contenido de materia orgánica del vertimiento de las aguas residuales domésticas en los distritos de Andahuaylas y Talavera.

Es preocupante la presencia de coliformes totales y fecales en algunas de las estaciones estudiadas, con valores por encima del nivel saludable, ya que el agua del río es utilizada para el riego de los cultivos de quinua, papa, maíz, hortalizas y otros a lo largo de los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Esta preocupación surge porque en Andahuaylas en el año 2019, se presentaron 4 882 casos en personas mayores de 5 años y 4 401 casos en niños menores de 5 años, de enfermedades diarreicas agudas (EDAs). El agua se contamina con heces humanas procedentes, por ejemplo, de aguas residuales, fosas sépticas o letrinas, que es particularmente peligrosa. Las heces de animales también contienen microorganismos capaces de ocasionar enfermedades diarreicas (Dirección Regional de Salud Apurímac, 2020). Según la OMS cada año mueren cerca de 1.87 millones de niños por causas asociadas a la enfermedad diarreica y cerca del 88% de estas muertes están asociadas con el abastecimiento de agua insalubre y el saneamiento e higiene deficientes (Boschi, Velebit y Shibuya, 2008). En el diagnóstico del sector agua y saneamiento al 2017, se observó que 3.4 millones de



peruanos no tienen acceso a agua potable y 8.1 millones no tienen alcantarillado. Solo el 47 % de hogares accede a agua segura en el área urbana y 1.7 % en el área rural, entre las causas que originan estos problemas están, los operadores con escaso apoyo y con graves problemas económicos, inversiones insuficientes e insostenibles (Encuesta Nacional de Programas Presupuestales, 2020).

El estado del río Chumbao en el tramo estudiado, conformado por los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera viola los derechos de los habitantes de estas municipalidades, ya que la ley N° 30588 de reforma constitucional, “Reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional en su artículo 7°-A, en que el estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El Estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos”. “El Estado promueve el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación. Su dominio es inalienable e imprescriptible” (Congreso de la República del Perú, 2017).

En lo que respecta a la hipótesis específica que menciona que, a mayores actividades agropecuarias, mayor presencia de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el río Chumbao, se ha evidenciado que las actividades agropecuarias como la crianza de ganado vacuno, crianza de cuyes, cultivo de quinua, papa y maíz, son las actividades económicas predominantes, así mismo se encontró que los productores pecuarios usaban productos como albendazol y mebendazol efectivos contra oxiuros (*Enterobius*), *Ascaris lumbricoides*), Céstodos (*Taenia*), Tricocéfalos (*Trichuris*) y Nemátodos (*Toxocara canis* y *Toxocara cati*), por otro lado, utilizaban ivermectina que tiene efecto en muchas lombrices intestinales (excepto tenias), otros productos similares identificados fueron el fenbendazol, triclabendazol, benzimidazol, tetramisol, oxibendazol, imidazotizales o levamisol (ergamisol). El control de moscas y otros ectoparásitos se realizaba con insecticidas organofosforados y piretroides.

Los criadores de cuyes utilizaban productos como fipronil para fumigar el área cercana y controlar moscas, garrapatas y plagas, otro producto que utilizaban es el baygon entre otros insecticidas organofosforados y piretroides. En lo que respecta a los productores de quinua estos utilizaban pesticidas y plaguicidas como Fitoklin, Oncol, Rotox, Cyperklin, Thiodan, Tifón, Campal, Ridomil, Silvacur, Sherpa,



Cupravit y Permetrina; los productores de papa y maíz usaban pesticidas y plaguicidas como Fitoklin, Oncol, Karate Zeon, Lorpyfos, Rotox, Cyperklin y Sherpa entre otros.

Lo mencionado anteriormente coincide con lo reportado por Martínez y Cruz (2009), quienes realizaron un estudio en la zona ganadera de Xico, Veracruz-México, los autores encontraron el uso de fenbendazol, ivermectina y albendazol por parte de los productores agropecuarios, por otro lado, para el control de moscas y otros ectoparásitos se utilizaban insecticidas organofosforados y piretroides. Pero en lo que no concuerda el autor con el presente estudio, es que reportó el uso de herbicidas como picloram+2,4-D y glifosato bastante utilizados en el control de malezas en otros países.

Villanueva (2016), estudió los aspectos culturales de la problemática sobre el uso de pesticidas sintéticos en agricultores del sector Huancaco distrito de Virú, La Libertad-Perú, el autor reportó que esta población tenía una cultura que potenciaba el riesgo ambiental, lo cual contribuía a generar problemas en la salud humana, así mismo, los productores consideraban de uso imprescindible el uso de pesticidas en sus cultivos. Similar comportamiento se ha encontrado en los productores agrícolas y pecuarios del valle del río Chumbao, lo cual es alarmante desde el punto de vista ambiental y sanitario. Adicionalmente Chung (2008), en su trabajo sobre control de los contaminantes químicos en el Perú, menciona que la contaminación del agua es consecuencia de las actividades antrópicas, existiendo diferentes contaminantes del tipo químico y biológico en este importante recurso, que son un riesgo para la salud por su naturaleza tóxica. En el Perú se carece de legislación que regule las actividades antrópicas y en especial no existe normativa en lo que respecta a control y tratamiento de contaminantes emergentes en el agua. Ambos autores coinciden en indicar que a mayor presión de las actividades económicas que desarrolla el hombre, mayor será la presencia de contaminantes en los recursos hídricos, lo cual coincide con lo reportado en la presente tesis.

Sobre la incidencia de la variación espacial y temporal en la concentración de pesticidas en el río Chumbao, se conoce que entre el 30% y 100% de los pesticidas llegan de manera directa a los suelos, por aplicación directa en las partes aéreas de las plantas y en las actividades de crianza de semovientes, desde donde caen directamente al suelo o bien son arrastrados por medio de la lluvia, viento, riego,



etc. Existen también aplicaciones que se realizan directamente sobre el suelo y restos vegetales que quedan una vez recogida la cosecha o que se desprenden durante el tratamiento. Desde la superficie del suelo los residuales de los contaminantes emergentes pueden migrar a las aguas superficiales y subterráneas en diferentes estaciones del año. Un tema materia de investigación que no se investiga, pese a que existen referencias internacionales de los problemas de contaminación a causa del uso de pesticidas, Las causas que limitan su investigación son los elevados costos de análisis y disponibilidad de laboratorios, lo mencionado anteriormente coincide como lo reportado por Dierksmeier *et al.* (2002), Pérez Espejo (2012), Duffner *et al.* (2012), Leistra y Boesten (2012) y Ocola (2016). Los procesos de transporte también “Son afectados por las propiedades de sorción del suelo, las cuales están determinadas principalmente por el contenido de materia orgánica, óxido de hierro y arcilla, la capacidad de intercambio iónico y el pH” (Duffner *et al.* 2012), se considera también que “No menos importantes son las características fisicoquímicas de los plaguicidas; en general las sustancias más solubles en agua y más persistentes, es decir, las que tienen mayor tiempo de vida media, son las más fácilmente transportables y representan el mayor riesgo de contaminación” (Hernández-Antonio y Hansen 2011). Lo mencionado anteriormente tiene relación con los resultados de la concentración de los pesticidas estudiados, debido a que estos se diluyen, en especial en la época de lluvias. Los compuestos emergentes estudiados estuvieron por debajo de los límites de cuantificación, los estándares de calidad ambientales para plaguicidas en el Perú están normados en el Decreto Supremo N°001-205-MINAGRI del año 2015, que corresponde al Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso agrícola. En la presente tesis no se han encontrado valores por encima de los límites permisibles, se sabe también que el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en el año 2011 realizó estudios en ríos peruanos obteniendo similares resultados a los encontrados en el presente estudio. El uso de pesticidas está ampliamente difundido entre los productores del Perú, lo cual coincide con trabajos similares desarrollados en el país, como los que desarrollaron Trama (2014), Guerrero y Otiniano (2012), Guerrero y Chico (2011), Cruz (2017) y Serna (2016).

En lo que concierne a la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades fisicoquímicas del río Chumbao, existen los estándares de calidad



ambiental aprobados, con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que indica en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático para ríos de la sierra, el oxígeno disuelto deberá ser ≥ 5 ppm, de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, algunos valores se encuentran por encima del límite establecido, en especial en la época de estiaje.

Al respecto Torres *et al.* (2010), observaron “Que el nivel de OD para el río Cauca ubicado a 1000 metros de altitud promedio y que atraviesa zonas urbanas en su mayoría, se encuentra por encima de 6 ppm, aunque no se observa un patrón de incremento o disminución de OD”. Lo mencionado anteriormente coincide con la presente investigación. Así también existen condiciones de presión atmosférica, temperatura y sólidos totales que influyen en la concentración de OD:

“Este hecho se puede apreciar en el río Grande en un tramo ubicado a 2500 msnm el cual se puede considerar como un río altoandino, donde se observó el incremento del OD en épocas de avenidas, en la que los diferentes aportes de agua provenientes de las lluvias permiten una mayor concentración del oxígeno disuelto, observándose valores que varían desde 1.9 a 13.6 ppm, predominando valores superiores a 4 ppm” (INRENA, 1996).

Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno reportados, se encuentran por encima y por debajo de lo establecido por los ECA aprobados con D.S. N° 004-2017-MINAM, que corresponden como máximo 10 ppm, además el mismo decreto supremo considera que “Para la conservación del ambiente acuático en ríos de la sierra, estos deben contener como máximo 13 ppm de nitratos, no obstante, el agua del río a través de todo su cauce se utiliza para riego de los cultivos de la zona, por lo que, de acuerdo a la ECA para riego de vegetales, el nivel máximo de nitratos y nitritos no debe ser mayor a 100 ppm”. Es así que los resultados encontrados para los nitratos en las aguas del río Chumbao, se encuentran por debajo de los máximos permisibles establecidos en los ECA.

Es importante considerar “los nitratos en aguas, ya que concentraciones mayores de 10 y 45 mg NO_3^-/L , se ha comprobado que producen una enfermedad en los niños llamada metahemoglobinemia. Las concentraciones de nitrato en efluentes de aguas residuales pueden variar entre 0 y 20 mg/L” (Sierra, 2011). Al respecto también es importante mencionar lo siguiente.

“Cuando existen actividades antrópicas, las aguas superficiales pueden tener concentraciones de nitrato de hasta de 5 mg/L pero normalmente menores de



1 mg/L. Concentraciones por encima de los 5 mg/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/L ya empiezan a generar problemas de eutrofización en el agua. En las aguas subterráneas se puede llegar a concentraciones de nitratos hasta de 500 mg/L, especialmente en zonas agrícolas debido a la utilización de fertilizantes” (Melorose *et al.*, 2015).

En cuanto a los fosfatos los resultados obtenidos variaron para épocas de lluvia y estiaje, “Estas variaciones están asociadas a fuentes naturales como la disolución de rocas y minerales fosfáticos, asimismo por fuentes antrópicas como las descargas de aguas residuales domésticas y residuos de las actividades ganaderas y agrícolas” (Marín, 2003). Los valores de la temperatura del agua del río en los puntos de muestreo, se incrementan conforme se baja aguas abajo en los puntos de muestreo, lo cual es un comportamiento lógico. Sin embargo, el hecho de incrementarse el nivel de la turbiedad “Se debe sobre todo a la erosión natural de la cuenca, la cual aporta sedimentos a lo largo cauce del río, no obstante, este se acrecienta debido a la actividad antrópica causada por la industria o por desechos domésticos inorgánicos u orgánicos” (Montoya *et al.*, 2011). “Los niveles encontrados son característicos de ríos de alta pendiente y cuyas muestras han sido recolectadas en temporada de avenidas tal como los encontrados por Montoya, *et al* (2011), Berden *et al.* (2016) y Ospina-Zúñiga *et al.*, (2016), aunque los estándares de calidad ambiental no establecen valores mínimos para este parámetro en ríos altoandinos, sin embargo los valores de la turbiedad dependen de la temporada”.

Se sabe que en la cuenca del río Chumbao, se realizan diversas actividades de extracción no metálica (agregados para construcción), lo cual ocasiona graves problemas en el ambiente acuático y en el suministro de agua para otras actividades antrópicas.

En los resultados de los sólidos suspendidos totales se pudo apreciar qué, los valores fueron altos durante la temporada seca, mientras que en la temporada de lluvias fueron menores, estas variaciones se deben a diferentes factores como la dinámica del río, el tipo de material del cauce, las descargas de aguas residuales y las precipitaciones, asimismo la evaluación de este parámetro constituye un indicador importante de carga contaminante, ya que la mayoría de sustancias se acumulan y



fijan en pequeñas partículas y éstas pueden ser tóxicas y peligrosas, afectando el paso de luz y limitando el desarrollo de la vida acuática (Kulkarni, 2011). Asimismo, “la concentración de sólidos suspendidos en aguas superficiales tiene un efecto estimulante en la tasa de nitrificación” (Sierra, 2011).

Con respecto a la normativa peruana, el estándar de calidad del agua para la conservación del ambiente acuático, establece como límite máximo de sólidos suspendidos totales 100 mg/L, para la conservación de ambientes acuáticos, comparando este valor con los valores reportados en el presente estudio, se puede apreciar que, algunos puntos de la temporada de lluvia y de estiaje, no cumplen con lo establecido, indicando contaminación del agua por fuentes alóctonas o autóctonas (Hakanson, 2004).

En los valores de alcalinidad se pudo apreciar que, durante la temporada de estiaje los valores fueron altos, valores parecidos se reportaron por Gamarra *et al.* (2018), Esta variación se debe a la concentración de carbonatos, bicarbonatos e iones hidroxilos en el agua, que están relacionadas directamente con la productividad del agua (Dómenech y Peral, 2006), en cuanto a la temporada de lluvia los valores son menores, lo cual indica que estas aguas presentan baja capacidad amortiguadora haciéndolas susceptibles a la acidificación. Con respecto a los valores de los puntos de muestreo en ambas temporadas se puede apreciar que estos se van incrementando a medida que el agua sigue su curso, esto puede estar asociado a diversos factores como la geología que presenta el área de estudio (Segnini y Chancón, 2005), la cantidad de CO₂ atmosférico que se disuelve en el agua, la oxidación bacteriana de la materia orgánica (Glynn y Heinke, 1999), y la turbulencia del agua que genera un cambio en la presión parcial del CO₂ asociado a la liberación de CO₂ (Leibowitz, Fortes, de Lima, Eskinazi y Oliveira, 2017).

En cuanto a la dureza del agua, esta se debe al contenido de iones calcio y magnesio presentes en el río, los resultados mostraron valores bajos y altos durante la temporada de lluvia y estiaje respectivamente, valores temporales similares fueron reportados por Gamarra *et al.*, (2018), asimismo los resultados de los puntos de muestreo se van incrementando, estas variaciones están asociadas a la temporalidad y al origen litológico, debido a la alta complejidad geológica que presenta el área de estudio (Segnini y Chancón, 2005), de tal forma que la dureza se incrementa a medida que las aguas corren río abajo arrastrando y disolviendo minerales en su trayecto.



Por otra parte, se puede apreciar que el pH aumenta ligeramente aguas abajo “Teniendo carácter básico en los puntos donde existe alta actividad antrópica o pudiendo ser la fuente de esta variación el origen alóctono y autóctono” (Marotta *et al.*, 2008). Estos resultados están enmarcados dentro de lo establecido en los ECA cuyo rango permisible es de 6.5 a 9.0 para conservar ríos y lagunas.

Los resultados de la conductividad mostraron valores altos durante la temporada de estiaje comparada con la temporada de lluvias, variaciones temporales similares fueron reportadas por Gamarra *et al.* (2018) y Mei *et al.* (2014), estas variaciones se deben principalmente a las descargas de aguas residuales al cauce del río, arrastre del material particulado del cauce del río. En cuanto, a los estándares de calidad del agua se tiene establecido como valor máximo 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (D.S. 004-2017-MINAM), cumpliéndose con este límite en todos los puntos de muestreo.

Ojeda y Santacruz (2017), quienes realizaron la “Evaluación de las actividades antrópicas que inciden en las propiedades físico químicas del agua de la quebrada la torcaza, ubicada en el corregimiento el encano, al oriente del municipio de pasto-nariño”; que es afluente del Humedal Ramsar-Laguna de la Cocha. En dicho estudio se hicieron diferentes recorridos de campo, se observó que en algunos tramos de la zona de influencia de la quebrada la Torcaza, existe la presencia de actividades antrópicas de tipo agrícola, pecuaria, porcina y piscícola, que de manera no puntual inciden en pequeña proporción en las propiedades fisicoquímicas de la corriente hídrica.

Con relación al componente pecuario, esta se consideraría una fuente de contaminación puntual, dado que los semovientes toman el agua directamente del cauce de la quebrada, y que simultaneo a eso realizan sus necesidades fisiológicas en la misma. Sin embargo, se evidencia que la quebrada tiene la capacidad de autodepurarse y disminuir la cantidad de especies microbiológicas que se generan, por lo cual el aporte como contaminante al recurso hídrico se considera de menor importancia. Cabe resaltar que esto ocurre en áreas específicas de la quebrada donde la geomorfología lo permite. La actividad antrópica de cría de cerdos no se considera contaminante, ya que las aguas residuales provenientes de las porquerizas no son descargadas directamente a la fuente hídrica, pues estas se emplean en la generación de gas propano y lodos fertilizantes; mediante procesos anaeróbicos que se llevan a cabo en un biodigestor.



Con relación a la actividad piscícola, el agua únicamente se emplea para los procesos de cría, especialmente trucha, no se lleva a cabo sacrificio y lavado de viseras, a razón de ello, una vez utilizada el agua en los estanques o piscinas, retorna al cauce principal con propiedades fisicoquímicas similares a las de captación.

De acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos tras haber realizado cuatro muestreos en diferentes puntos con sus respectivas evaluaciones, el agua en dos puntos de la quebrada la Torcaza tiene buena calidad, siendo apta para consumo humano y agrícola, en los dos restantes, ubicados posterior a descargas de aguas residuales de aproximadamente 25 viviendas, la calidad del agua es regular debido a la alteración por factores microbiológicos; lo que indica que no es apta para consumo humano. Similar comportamiento se ha evidenciado en el presente estudio.

En cuanto a la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades microbiológicas, se conoce que los coliformes totales se consideran como indicadores de contaminación por su sencilla, económica y rápida identificación, los valores obtenidos durante la temporada de lluvia fueron menores a los de la temporada de estiaje, valores similares fueron reportados por Gonzales *et al.* (2013), Cerdeña *et al.* (2014) y Aldana y Zacarias (2014), estas variaciones se deben principalmente a las aguas residuales provenientes de las actividades domésticas que son descargadas al cauce del río sin ningún tipo de tratamiento, lo cual hace evidente el alto contenido de microorganismos patógenos, y este hecho se ve influenciado aún más con el arrojado de residuos sólidos domiciliarios a las riveras de río.

Las propiedades microbiológicas consideradas en la presente tesis, fueron coliformes fecales y totales, se observó un incremento de sus valores en los lugares donde empiezan las actividades antrópicas, al no existir una red de alcantarillado las aguas residuales se descargan directamente al río, en algunos casos los valores de coliformes termotolerantes superan con creces los límites máximos permisibles establecidos en los ECA, cuyo valor mínimo es de 2000 NMP/mL para la conservación de ríos de la sierra.



5.4. IMPLICANCIAS DEL ESTUDIO

El presente estudio servirá como una herramienta útil de diagnóstico, sobre el estado actual del río Chumbao en la provincia de Andahuaylas, que puede ser utilizado como una fuente de información primaria importante, para la formulación de políticas públicas por parte de las autoridades que tienen capacidad de decisión, respecto a temas de medio ambiente y desarrollo sostenible. La presente tesis también, ha permitido realizar una interpretación desde el punto de vista antrópico y de características diversas sobre un problema actual en la cuenca del valle del río Chumbao, lo cual puede orientar la formulación de proyectos de inversión pública y privada para superar esa realidad problemática actual, también sirve de insumo para posteriores investigaciones que pueden profundizar el estudio de otros tipos de contaminantes emergentes en el Perú.



CONCLUSIONES

1. Las actividades agropecuarias como la crianza de vacunos y cuyes, así como el cultivo de quinua, papa y maíz, son las de mayor prevalencia en el área de estudio, además se determinó que estas inciden negativamente en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, provincia de Andahuaylas, Apurímac, durante el año 2020.
2. Se logró describir las actividades agropecuarias estudiadas, observándose que el incremento gradual de éstas en la cuenca, ocasionaba un mayor uso de los pesticidas organoclorados y organofosforados estudiados, además originaban un incremento en los valores de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas a medida que el agua seguía su curso por la cuenca del río Chumbao.
3. Se determinó la incidencia de la variación espacial y temporal en la concentración de pesticidas en el río Chumbao, no se han detectado valores significativos en la concentración de los pesticidas organoclorados y organofosforados, para los límites de detección de las metodologías utilizadas, sin embargo, a nivel descriptivo se han identificado varios productos de uso veterinario y agrícola presentes en la microcuenca del río Chumbao. En el caso de la actividad pecuaria se observó el uso mayoritario de albendazol, mebendazol e ivermectina como antihelmínticos, para el control de moscas y otros ectoparásitos se utilizan insecticidas organofosforados y piretroides, los cuales tienen incidencia en los pesticidas estudiados.
4. Se determinó la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades fisicoquímicas del río Chumbao, observándose que muchas de las propiedades estudiadas están por encima de los estándares de calidad ambiental formulados por la autoridad competente.
5. Se determinó la incidencia de la variación espacial y temporal en las propiedades microbiológicas del río Chumbao, las cuales se incrementan hasta valores por encima de los estándares de calidad ambiental en los puntos donde existe descarga de aguas residuales en el cuerpo de agua.



RECOMENDACIONES

- A los productores pecuarios de la cuenca del río Chumbao, utilizar procesos anaeróbicos con biodigestión para la generación de gas propano y lodos fertilizantes, para que de este modo no se descarguen directamente las aguas residuales a los cuerpos de agua.
- A los productores agrícolas del valle del río Chumbao, usar productos de naturaleza orgánica, más amigables con el medio ambiente, evitar el uso de agroquímicos, porque estos representan un grave riesgo para la salud humana y el ambiente.
- A las instituciones públicas y privadas que desarrollan programas de capacitación a productores agropecuarios de Andahuaylas, realizar talleres sobre manejo adecuado de suelos, sobre la naturaleza química de los pesticidas y de los problemas serios que podrían ocasionar al ambiente y salud humana.
- A los investigadores que estudian el río Chumbao, deben incluir mayor variación espacial y temporal, con la finalidad de mejorar el recojo de información en las estaciones de muestreo, lo que permitirá una mejor cuantificación de la contaminación del recurso hídrico, considerando un mínimo de cuatro salidas de campo mensuales.
- A la Universidad Nacional José María Arguedas, almacenar mayor información espacial y temporal del estado ambiental del río Chumbao, incluyendo protocolos de monitoreo recomendados por diversas entidades estatales y privadas, para desarrollar modelos y análisis de información a nivel de *big data*.
- A la Universidad Nacional José María Arguedas, instalar laboratorios con equipamiento instrumental moderno como cromatógrafos líquidos, de gases y espectrómetros de masas, con presupuesto proveniente de regalías y canon minero, para poder cuantificar otros contaminantes emergentes (drogas sociales, productos farmacéuticos entre otros) que no han sido considerados en el presente estudio.
- Al laboratorio de Investigación de Control y Análisis de Agua de la Universidad Nacional José María Arguedas, desarrollar metodología moderna para la determinación de residuos de contaminantes emergentes domésticos, sociales, medicinales, etc. Para tener un diagnóstico real del estado actual y futuro de la contaminación del río Chumbao. Además, desarrollar investigación que permita la obtención de productos orgánicos usados en los cultivos, que resulten más amigables con el medio ambiente.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apella, M. (2008). Microbiología de agua. Conceptos básicos.
- Arbeláez, P. (2017). Contaminantes emergentes en aguas residuales de río y fangos de depuradora (tesis de doctorado). Universidad de Manizales, San Juan de Pasto, Colombia. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España.
- Bachoon, D. S., Markand, S., Otero, E., Perry, G., y Ramsubaugh, A. (2010). Assessment of non-point sources of fecal pollution in coastal waters of Puerto Rico and Trinidad. *Marine Pollution Bulletin*, 60(7), 1117-1121. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.04.020>.
- Barceló, C. (2003), Emerging pollutants in water analysis TrAC Trends in Analytical Chemistry, Volume 22, Pages xiv-xv.
- Barragán, B. L. G., Rivillas, M. A. G., Villegas, M. S. C., & Medina, J. D. O. (2020). Presence of pesticides, mercury and trihalomethanes in the water supply systems of Ibagué, Colombia: threats to human health. *Revista Ambiente & Água*, 15.
- Bem, C. C., y Dombroski, L. F. (2016). Manual de procedimientos analíticos aplicado ao monitoramento de parâmetros associados á qualidades da água em corpos aquáticos. Brasil-Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Recuperado de https://docs.ufpr.br/~heloise.dhs/TH058/Manual%20POPs_%C1gua_Revisado2016.pdf.
- Berden G., Simionato, C., Dogliotti, A y Moreira, D. (2016). Estudio de la relación entre turbidez y concentración de sedimentos en suspensión en función de la granulometría en el Río de la Plata. 3er Encuentro de investigadores en formación en recurso hídricos – IFRH, Ezezia, Buenos Aires.
- Bergueré J., Escobar G. y Ocampo A. (2002). Los diagnósticos en extensión rural. 278 p.
- Bianchi, E., Dalzochio, T., Simões, L. A. R., Rodrigues, G. Z. P., da Silva, C. E. M., Gehlen, G., ... & da Silva, L. B. (2019). Water quality monitoring of the Sinos River Basin, Southern Brazil, using physicochemical and microbiological analysis and biomarkers in laboratory-exposed fish. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19(3), 328-338.
- Boschi Pinto C., Velebit L., y Shibuya K. Estimating child mortality due to diarrhoea in developing countries. *Bull World Health Organ*. 2008;86(9):710-717. <http://doi.org/fr684z>.
- Brooks, K. N., Gregersen, H., y Thames, J. (1991). Hydrology and the management of watershed. Iowa, USA. 392 p.
- Casilla Quispe, S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suhez.
- Choque-Quispe, David, Ligarda-Samanez, Carlos A., Ramos-Pacheco, Solano-Reynoso, Aydeé M., & Quispe-Quispe, Yadyra. (2019). Cafeína y barrido UV-Vis y el índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Tecnología Química*, 39(3), 619-637.



- Chung, B. (2008). Control de los contaminantes químicos en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2008; 25(4):413-18. <http://web.ins.gob.pe/>.
- Cruz, A. (2017). Situación actual del consumo de pesticidas en el Perú. Trabajo Monográfico para optar el Título de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cueva, J. (2017). Estudio etnográfico sobre el sistema de producción agrícola del anexo de Mosopuquio del distrito de Characato, en el año 2016.
- Custodio, M., & Peñaloza, R. (2021). Data on the spatial and temporal variability of physical-chemical water quality indicators of the Cunas River, Peru. *Chemical Data Collections*, 33, 100672.
- Davis, L. M., y Masten, S. (2005). *Ingeniería y ciencias ambientales*. Mexico: McGRAW-HILL/ Interamericana Editores S. A. de C.V.
- Díaz-Martínez, Jorge Alberto, & Granada-Torres, Carlos Arturo. (2018). Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1), 45-52. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.59728>.
- Dierksmeier G., Hernández R., Ricardo C., Llanes M.N., Linares A.C. y Cárdenas Z. (2002). Movimiento de algunos plaguicidas en el suelo. *Fitosanidad* 6, 43-49.
- Doménech, X., y Peral, J. (2006). *Química Ambiental de Sistemas Terrestres*. Barcelona: Reverte.
- Duffner A., Ingwersen J., Hugenschmidt C. y Streck T. (2012). Pesticide transport pathways from slope litchi orchard to an adjacent tropical stream as identified by hydrograph separation. *J. Environ. Qual.* 41, 1315-1323.
- e Silva, A. A., Braga, M. Q., Ferreira, J., dos Santos, V. J., do Carmo Alves, S., de Oliveira, J. C., & Calijuri, M. L. (2020). Anthropoc activities and the legal Amazon: estimative of impacts on forest and regional climate for 2030. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100304.
- Gamarra, O. A., Barrena, M. A., Barboza, E., Rascón, J., Corroto, F., y Taramona, L. A. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 25(1), 179-194. <https://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25111>.
- Gao, H., Jiang, F., Chi, X., Li, G., Cai, Z., Qin, W., ... & Zhang, T. (2020). The carrying pressure of livestock is higher than that of large wild herbivores in Yellow River source area, China. *Ecological Modelling*, 431, 109163.
- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., y Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción+ limpia*, 7(2).
- Glynn, J., y Heike, G. W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson Educación.



- Guerrero, A. y Chico, C. (2011). Uso de pesticidas en el Valle Santa Catalina, La Libertad (Perú). *Revista de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo*. Trujillo. Perú.
- Guerrero, A, y Otiniano, L. (2012). Impacto en agroecosistemas generado por pesticidas en los sectores Vichanza, El Moro, Santa Lucía de Moche y Mochica Alta, Valle de Santa Catalina, La Libertad, Perú. *Revista SCIÉNDO* 15(2): 1-14, 2012.
- Hakanson, L. (2004). Internal loading: A new solution to an old problem in aquatic sciences. *Lakes & Reservoirs. Research and Management*, 9(1), 3-23.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio* (6a. ed. --). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández-Antonio A. y Hansen A. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27, 115-127.
- Huang, S., Chen, C., & Jaffé, P. R. (2018). Seasonal distribution of nitrifiers and denitrifiers in urban river sediments affected by agricultural activities. *Science of The Total Environment*, 642, 1282-1291.
- Iltis, A. (2005), *Características físico-químicas del agua*.
- Jurado, M., Bravo, J., y Guerrero, A. (2017). Estudio piloto de la toxicidad de los sedimentos del río Pasto en el tramo La Playita-Puente La Carolina asociada al uso de pesticidas. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 195-209.
- Kaushal, J., Khatri, M., & Arya, S. K. (2021). A treatise on Organophosphate pesticide pollution: Current strategies and advancements in their environmental degradation and elimination. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111483.
- Kulkarni, A. (2011). Water quality retrieval from landsat TM imagery. *Procedia Computer Science*, 6, 475-480. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.088>.
- Leibowitz, Z. W., Fortes, L. A., De Lima, P. V., Eskinazi, E. M., y Oliveira, N. (2017). Significant changes in water pCO₂ caused by turbulence from waterfall. *Limnologica*, 62, 1-4.
- Leistra M. y Boesten J. (2012). Pesticide leaching from agricultural fields with ridges and furrows. *Water Air Soil Poll.* 213, 341-352.
- Li, G., Zhang, X., Liu, T., Fan, H., Liu, H., Li, S., ... & Ding, L. (2021). Dynamic microwave-assisted extraction combined with liquid phase microextraction based on the solidification of a floating drop for the analysis of organochlorine pesticides in grains followed by GC. *Food Science and Human Wellness*, 10(3), 375-382.
- Liu, D., Bai, L., Qiao, Q., Zhang, Y., Li, X., Zhao, R., & Liu, J. (2021). Anthropogenic total phosphorus emissions to the Tuojiang River Basin, China. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126325.



- Lugo, A y García, A. R. (1996). Cartilla del agua para Puerto Rico. *Revista Acta Científica*. 10(1-3):1.
- Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos tratamiento y control de calidad de aguas*. Cartagena, España: Editorial Díaz de Santos.
- Marotta, H., Santos, R.O y Enrich-Prast, A. (2008). Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. *Ambiente & Sociedade*, 11(1):67-79.
- Martínez, M. I. y M. Cruz. 2009. El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, Centro de Veracruz, México y el posible impacto ambiental. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 25(3): 673-681.
- Melrose, J., Perroy, R y Careas, S. (2015). Nitrato y nitrito. *Statewide Agricultural Land Use Baseline*, 1.
- Mendoza, M. (1996). Impacto de la tierra en la calidad del agua de la microcuenca río Sábalo. Cuenca del río San Juan Turrialba, CR. CATIE 81 p.
- Montoya, Y., Acosta, Y., y Zuluaga, E. (2011). Evaluación de la calidad del agua en el río Negro y sus principales tributarios empleando como indicadores de índices ICA, el BMWP/COL y ASPT. *Caldasia* 33(1), 193-210.
- Moyo, S., & Richoux, N. B. (2018). The relative importance of autochthony along the longitudinal gradient of a small South African river influenced by agricultural activities. *Food Webs*, 15, e00082.
- Ocampo, W. Sierra, J. Ferré-Huguet, N. Schuhmacher, M. y Domingo, J. L. (2008). Estimating the environmental impact of micro-pollutants in the low Ebro River (Spain): an approach based on screening toxicity with *Vibrio fischeri*. *Chemosphere*, vol. 72, no. 5, pp. 715–21.
- Ocola J. (2016). Plaguicidas y contaminación de acuíferos y aguas superficiales en el Perú, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Presentado en el Simposio Internacional sobre Recursos Hídricos HidrICA: “Creando puentes entre las ciencias del agua y la sostenibilidad hídrica. Ica, Perú [cited 2020 May 25].
- Ojeda, A, y Santacruz, R. (2017). Evaluación de actividades antrópicas que inciden en las propiedades físico químicas del agua de la quebrada la torcaza corregimiento el encano, municipio de pasto- Nariño (tesis de maestría). Universidad de Manizales, San Juan de Pasto, Colombia.
- Ongley, E. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. *Estudios de la FAO riego y drenaje*. Roma, Italia. FAO, 116 p.
- Ospina-Zúñiga, Ó., García-Cobas, G., Gordillo-Rivera, J., Tovar-Hernández, K. (2016). Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia). *Ingeniería Solidaria*, 12(19):19–36.



- Oyinloye, J. A., Oyekunle, J. A. O., Ogunfowokan, A. O., Msagati, T., Adekunle, A. S., & Nety, S. S. (2021). Human health risk assessments of organochlorine pesticides in some food crops from Esa-Oke farm settlement, Osun State, Nigeria. *Heliyon*, e07470.
- Park, S. S., y Lee, Y. S. (2002). A water quality modeling study of the Nakdong River, Korea. *Ecological Modelling*, 152(1), 65-75. Recuperado de <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/a-water-quality-modeling-study-of-the-nakdong-river-korea-9lo7RiFsqI>.
- Pavithra, K. G., Jaikumar, V., Kumar, P. S., & Sundarrajan, P. (2021). Removal of emerging pollutants from aquatic system using electrochemical treatment and adsorption: Comparison and analysis. *Environmental Technology & Innovation*, 101754.
- Pérez Espejo R. (2012). La contaminación agrícola del agua: aspectos generales y teoría. En: *Agricultura y Contaminación del Agua*. Mexico (R. Pérez Espejo y A. Aguilar Ibarra, Eds.) UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, pp. 16-22.
- Quintero, C y Fonticiella E. (2012). Algunas consideraciones filosóficas sobre fundamentos filosóficos de los problemas del medio ambiente. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, Vol 5, N° 14 (junio 2012).
- Rahman, A., Jahanara, I., & Jolly, Y. N. (2021). Assessment of physicochemical properties of water and their seasonal variation in an urban river in Bangladesh. *Water Science and Engineering*.
- Reyes Meza, C. y Sánchez Carlessi, H. (2006). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima, Peru: Visión Universitaria.
- Rodríguez, J., y Irabien, G. (1999). *Los residuos peligrosos. Caracterización, tratamiento y gestión*. Editorial Síntesis.
- Rodríguez, M. G. (1998). Demanda bioquímica de oxígeno de efluentes con productos xenobióticos. *Ingeniería del agua*. 4(5), 47-54.
- Romero, J. A. (2009). *Calidad de agua*. Colombia: Escuela colombiana de Ingeniería.
- Salama, S., y Monbaliu, J. (2004). Quantitative estimation of suspended particulate matter from chris images. Heverlee: ESA Publications Division, 2, 1-6.
- Sarker, S., Akbor, M. A., Nahar, A., Hasan, M., Islam, A. R. M. T., & Siddique, M. A. B. (2021). Level of pesticides contamination in the major river systems: a review on South Asian countries perspective. *Heliyon*, e07270.
- Segnini, S., y Chacón, M. M. (2005). Caracterización fisicoquímica del hábitad interno ribereño de ríos andinos en la cordillera de Mérida, Venezuela. *Ecotropicos*, 18(1), 38-61.
- Serna, A. (2016). "Evaluación de residuos de plaguicidas en muestras de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) cultivadas en la provincia de Andahuaylas". Universidad Nacional José María Arguedas de Andahuaylas.



- Sierra, C.A. (2011). *Calidad del agua – Evaluación y Diagnóstico*. Primera Edic. Ediciones de la U, Medellín Colombia.
- Spellman, F., y Drinan, J. (2000). *Manual del agua potable*. Zaragoza (España): Acribia, S. A.
- Torres, P., Cruz, C. H., Patiño, P., Carlos, J., y Pérez, A. (2010). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79–94. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.IYU18-2.ifcd>.
- Trama, F. (2014). *Efecto de plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos de arroz del bajo Piura*. Tesis para optar por el grado de Doctoris Philosophiae. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vadillo, I, Et. al., (2016). *Estudio de contaminantes emergentes en acuíferos detríticos de la cuenca hidrográfica del Río Guadalhorce (Málaga)*, 2016-12-13T08:11:01Z.
- Vidal, M., López, A., Santoalla, M., & Valles, V. (2000). *Factor Analyses for the water resources contamination due to the use the livestock slurries as fertilizers Agricultural water management* 45 p.
- Villa-Méndez, C. I.; Tena, M. J.; Tzintzun, R. y Val, D. (2008). *Caracterización de los sistemas ganaderos en dos comunidades del municipio de Tuzantla de la región de Tierra Caliente, Michoacán*. Pp. 45-48.
- Villanueva Monteagudo, Y. E. (2016). *Aspectos culturales de la problemática sobre el uso de pesticidas sintéticos en los pequeños agricultores del sector huancaco del distrito de viru-la libertad*, 2015.
- Wagner, (1996); Shilling y Libra. (2000). *Contaminación causas y efectos*. México, D F. Ediciones Garnika. 424 p.
- Zhang, Y., Leung, J. Y., Zhang, Y., Cai, Y., Zhang, Z., & Li, K. (2021). *Agricultural activities compromise ecosystem health and functioning of rivers: Insights from multivariate and multimetric analyses of macroinvertebrate assemblages*. *Environmental Pollution*, 275, 116655.

Linkografía.

- Asociación Mundial del Agua (GWP). (1996). *Global Water Partnership*. [citado el 10 de julio del 2020]. Disponible en: <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/quien/GWP/>.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (2017). *Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas*. *Diario Oficial El Peruano*, Lima, Perú, 07 de junio de 2017 [citado el 25 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>.
- Dirección Regional de Salud Apurímac. (2020). *Dirección Ejecutiva de Inteligencia Sanitaria. Dirección de Epidemiología. Sala Situacional* [citado el 25 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.diresaapurimac.gob.pe/web/epidemiologia/>.



Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. (2017). (ENAPRES) [citado el 29 de mayo del 2020]. Disponible en: http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/681.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones [citado el 21 de mayo del 2020]. Disponible en: <http://systems.inei.gob.pe:8080/SIRTOD/>.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (1996). Diagnóstico de la calidad del agua de la vertiente del Pacífico. [citado el 25 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1503>.

Ley N° 30588 reforma constitucional, reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional, Congreso de la Republica Perú (2017). [citado el 25 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-de-reforma-constitucional-que-reconoce-el-derecho-de-acc-ley-n-30588-1536004-1/>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2000). Situación forestal en la Región – 2000. Comisión Forestal para América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 40 p. [citado el 10 de julio del 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/reclnat/pdf/sfor15.pdf>.

Organización Mundial para la Salud (OPS). (1999). Consideraciones sobre el programa medio Ambiente y salud en el Istmo centroamericano. San José, CR, 50 p. [citado el 18 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/37935>.



ANEXOS



Anexo 1. Validación de los instrumentos de la investigación.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Título del trabajo de investigación:

"ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RÍO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020".

Investigador: MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez.

II. DATOS DEL EXPERTO:

Nombres y Apellidos: Julio Cesar Sichez Muñoz

Lugar y fecha: Andahuaylas 06 de abril del 2020

III. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

1. FORMA: (Ortografía, coherencia lingüística, redacción)

Existe una sintaxis apropiada, observándose una secuencia lógica en lo que respecta a metodología de investigación científica.

2. CONTENIDO: (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones)

El instrumento tiene correlación entre las dimensiones, indicadores e ítems, lo que permitirá una coherencia entre el problema, objetivos y metodología.

3. ESTRUCTURA: (Profundidad de los ítems)

Los ítems persiguen indagar sobre los principios y métodos de contrataciones a profundidad.

IV. APOORTE Y/O SUGERENCIAS:

El instrumento es pertinente para su aplicación en la investigación porque responde a los problemas planteados.

LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede su aplicación

Debe corregirse

Dr. Julio Cesar Sichez Muñoz

DNI: 17819490

Teléfono: 943850563



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Título del trabajo de investigación:

"ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RIO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020".

Investigador: MSc. Carlos Alberto Lúgardo Samanez.

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.				80	
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.				80	
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					80
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					85
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.				70	
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente el comportamiento de las variables de Investigación.					81
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la Investigación.					80
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la Investigación educativa.					85
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables.					90
	10. METODOLOGÍA	La estrategia de Investigación responde al propósito del diagnóstico.					85

II. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

El instrumento es pertinente para su aplicación en la investigación con un promedio de valoración de 84%.

Procede su aplicación

Debe corregirse

Dr. Julio Cesar Siches Muñoz

DNI: 17819490

Teléfono: 943900563



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Título del trabajo de investigación:

"ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RIO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020".

Investigador: MSc. Carlos Alberto Ligarda Somanes.

II. DATOS DEL EXPERTO:

Nombres y Apellidos: David Choque Quispe

Lugar y fecha: Andahuaylas 08 de abril del 2020

III. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

4. FORMA: (Ortografía, coherencia lingüística, redacción)

Presenta redacción adecuada y tiene un análisis lógico en lo que respecta a la preparación del instrumento.

5. CONTENIDO: (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones) Existe una secuencia lógica y correlación entre las dimensiones, indicadores e ítems.

6. ESTRUCTURA: (Profundidad de los ítems)

Se hace un análisis profundo en las variables de estudio que se ha considerado.

IV. APORTE Y/O SUGERENCIAS:

El instrumento es aplicable, responde al problema planteado.

LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede su aplicación

Debe corregirse



DNI: 25003361
Teléfono: 984363618



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Título del trabajo de investigación:

"ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RÍO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020".

Investigador: MSc. Carlos Alberto Ligardo Sarmiento

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41- 60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	11. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.					85
	12. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					95
	13. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					90
Contenido	14. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					83
	15. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.					81
	16. LIDAD INTENCIONAL	El instrumento mide en forma pertinente al comportamiento de las variables de investigación.					85
Estructura	17. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la investigación.					85
	18. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					85
	19. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					82
	20. METODOLOGÍA	La estrategia de investigación responde al propósito del diagnóstico.					85

II. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

El instrumento es aplicable, responde al problema planteado con un promedio de 85%.

Procede su aplicación

Debe corregirse



DNI: 25003361

Teléfono: 984363618



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Título del trabajo de investigación:

"ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RÍO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020".

Investigador: MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanes.

II. DATOS DEL EXPERTO:

Nombres y Apellidos: Abel Manuel Serna Herrera

Lugar y fecha: Andahuaylas 09 de abril del 2020

III. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

7. **FORMA:** (Ortografía, coherencia lingüística, redacción)

Coherencia en lo que respecta a la preparación del instrumento.

8. **CONTENIDO:** (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones)

Correspondencia entre dimensiones, indicadores e ítems.

9. **ESTRUCTURA:** (Profundidad de los ítems)

Profundidad en las variables de estudio que se ha considerado.

IV. APOORTE Y/O SUGERENCIAS:

El instrumento es aplicable, responde al problema planteado.

LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede su aplicación

Debe corregirse

Firma

Mg. o Dr.: Abel Manuel Serna Herrera

DNI: 43480779

Teléfono: 983644035



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Título del trabajo de investigación:

"ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RÍO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020".

Investigador: MSc. Carlos Alberto Lúganda Samanez.

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41- 60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	21. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.					85
	22. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					95
	23. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					90
Contenido	24. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					83
	25. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.					81
	26. LUCIDAD INTENCIONAL	El instrumento mide en forma pertinente al comportamiento de las variables de Investigación.					85
Estructura	27. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la Investigación.					85
	28. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la Investigación educativa.					85
	29. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, Indicaciones, dimensiones y variables.					82
	30. METODOLOGÍA	La estrategia de Investigación responde al propósito del diagnóstico.					85

II. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

El instrumento es aplicable, responde al problema planteado con un promedio de 85%.

Procede su aplicación

Debe corregirse

Firma Mg. o Dr.: Abel Manuel Serna Herrera

DNI: 43480779 Teléfono: 983644035



Anexo 2. Autorización para el tratamiento de información.



CARTA N° 0235-2021-PCO/UNAMA

Andahuaylas, 18 de agosto del 2021

Srs:

ESCUELA DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

ASUNTO: Carta de autorización de tratamiento de información del Laboratorio de Investigación en Control y Análisis de Aguas (LICAA) de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Mediante la presente me dirijo a Uds., para remitirles la carta de autorización de tratamiento de información del Laboratorio de Investigación en Control y Análisis de Aguas (LICAA) de la Universidad Nacional José María Arguedas. Por lo que, en mi calidad de presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional José María Arguedas y con el conocimiento del responsable del LICAA, autorizo el uso de la información con fines académicos en la investigación ***“INCIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN LA CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RIO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2020”***, presentado por el MSc. Ligarda Samanez; Carlos Alberto docente investigador nombrado de esta casa de estudios.

Sin otro particular, me despido Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
COMISIÓN ORGANIZADORA
Dr. Manuel Isaias Vera Herrera
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA



Anexo 3. Determinación del número de encuestas a criadores de ganado vacuno.

Criadores de ganado vacuno	Cant.	%	Encuestas
Andahuaylas	254	24.42%	14
Talavera	270	25.96%	15
San Jerónimo	516	49.62%	28
Total	1040	100.00%	56

Determinación del número de personas a encuestar para una población finita:

Para la determinación de p y q se hizo una pre encuesta a 50 personas (p a favor y q en contra)

Fórmula:
$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * (N-1) + Z^2 * p * q}$$

Se trabajó con un 95% de confianza

Z =	1.96
p =	96.0%
q =	4.0%
E =	5%
N =	1040
Tamaño de muestra n =	56 Encuestas



Anexo 4. Determinación del número de encuestas a criadores de cuyes.

Criadores de cuyes	Cant.	%	Encuestas
Andahuaylas	262	37.70%	20
Talavera	86	12.37%	7
San Jerónimo	347	49.93%	27
Total	695	100.00%	54

Determinación del número de personas a encuestar para una población finita:

Para la determinación de p y q se hizo una pre encuesta a 50 personas (p a favor y q en contra)

Formula:
$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Se trabajó con un 95% de confianza

Z =	1.96
p =	96.0%
q =	4.0%
E =	5%
N =	695
Tamaño de muestra n =	54 Encuestas



Anexo 5. Determinación del número de encuestas a productores de quinua.

Productores de quinua	Cant.	%	Encuestas
Andahuaylas	145	46.33%	24
Talavera	70	22.36%	12
San Jerónimo	98	31.31%	16
Total	313	100.00%	52

Determinación del número de personas a encuestar para una población finita:

Para la determinación de p y q se hizo una pre encuesta a 50 personas (p a favor y q en contra)

Formula:
$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * (N-1) + Z^2 * p * q}$$

Se trabajó con un 95% de confianza

Z =	1.96
p =	95.8%
q =	4.2%
E =	5%
N =	1040
Tamaño de muestra n =	52 Encuestas



Anexo 6. Determinación del número de encuestas a productores de papa y maíz.

Productores de papa y maíz	Cant.	%	Encuestas
Andahuaylas	600	70.67%	39
Talavera	79	9.31%	5
San Jerónimo	170	20.02%	11
Total	849	100.00%	55

Determinación del número de personas a encuestar para una población finita:

Para la determinación de p y q se hizo una pre encuesta a 50 personas (p a favor y q en contra)

Formula:
$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * (N-1) + Z^2 * p * q}$$

Se trabajó con un 95% de confianza

Z =	1.96
p =	96.0%
q =	4.0%
E =	5%
N =	849
Tamaño de muestra n =	55 Encuestas



Anexo 7.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES AGRÍCOLAS

“RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y LOS CONTAMINANTES EMERGENTES, CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA EN EL RIO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2019”

Lugar: y fecha:

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad /___/ ___/ ___/ Sexo M /___/ F /___/ Ocupación:

Nivel de educación: Ninguno /___/ Primaria /___/ Secundaria /___/ Superior /___/

2. ACTIVIDAD AGRÍCOLA

2.1. ¿Qué tipo de cultivos agrícolas desarrolla en su campo?

Maíz /___/

Papa /___/

Cereales andinos (quinua, kiwicha, etc.) /___/

Hortalizas /___/

Otros.....

2.2. ¿Cuánto de campo para el desarrollo de sus cultivos dispone?

10 a más hectáreas /___/

5 a 10 hectáreas /___/

1 a 5 hectáreas /___/

Menos de 1 hectárea /___/

2.3. ¿Utiliza algún tipo de pesticida/plaguicida en su cultivo agrícola? Sí /___/ No /___/

2.3.1. Especifique los nombres de los pesticidas/plaguicidas que utiliza:

.....
.....
.....
.....

2.3.2. ¿Qué piensa de estos productos/qué opinión tiene sobre estos productos?

.....
.....
.....

2.3.3. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando pesticidas/plaguicidas en sus cultivos agrícolas?

.....
.....
.....

2.3.4. ¿Utiliza algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas?

Sí /___/ no /___/

En caso afirmativo, ¿qué utiliza?

Guantes /___/ botas /___/ delantales /___/ trajes de protección /___/ gafas /___/ máscara respiratoria /___/ mascarilla antipolvo /___/ otros /___/

2.3.5. ¿Qué hace con los envases de pesticidas/plaguicidas vacíos?

.....
.....

2.3.6. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

.....
.....

2.3.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequia, etc.) próxima a sus campos de cultivo? Sí /___/ no /___/

En caso afirmativo, especifique.....

¿A qué distancia está la fuente de agua de los terrenos a los que aplica los tratamientos?

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

2.4. ¿Utiliza algunos tipos de fertilizantes en sus cultivos? Sí /___/ no /___/

2.4.1. Especifique los nombres de los fertilizantes que utiliza:



Anexo 8.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

“RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y LOS CONTAMINANTES EMERGENTES, CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA EN EL RIO CHUMBAO, EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC, AÑO 2019”

Lugar: y fecha:

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad /___/ Sexo M /___/ F /___/ Ocupación:

Nivel de educación: Ninguno /___/ Primaria /___/ Secundaria /___/ Superior /___/

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

Vacuno /___/

Porcino /___/

Ovino /___/

Animales menores (gallinas, cuyes, etc.) /___/

Otros.....

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado) /___/

Extensivo (al aire libre) /___/

Semiestabulado /___/

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más /___/

10 a 20 /___/

5 a 10 /___/

1 a 5 /___/

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas /___/

5 a 10 hectáreas /___/

1 a 5 hectáreas /___/

Menos de 1 hectárea /___/

2.5. ¿Utiliza algún vermícida en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Sí /___/ no /___/

2.5.1. Especifique los nombres de los vermícidados que utiliza:

.....
.....
.....

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Sí /___/ no /___/

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

.....
.....

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermícidados o insecticidas vacíos?

.....

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

.....

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Sí /___/ no /___/

En caso afirmativo, especifique.....

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado?

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Sí /___/ no /___/

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:

.....



Anexo 9. Encuestas aplicadas a productores agropecuarios.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES AGRÍCOLAS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Huancabamba (Distrito J.B.P.) y fecha: 26/07/19

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 55 Sexo: M Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior Ocupación: Agricultor

2. ACTIVIDAD AGRÍCOLA

2.1. ¿Qué tipo de cultivos agrícolas desarrolla en su campo?

- Maíz Papa Cereales andinos (quinua, kiwicha, etc.) Hortalizas Otros

2.2. ¿Cuánto de campo para el desarrollo de sus cultivos dispone?

- 10 a más hectáreas 5 a 10 hectáreas 1 a 5 hectáreas Menos de 1 hectárea

2.3. ¿Cuáles son los principales pesticidas/plaguicidas que utiliza?

- Herbicidas, insecticidas y fungicidas Solo fungicidas Herbicidas e insecticidas Solo insecticidas

2.3.1. Especifique los nombres comerciales de los pesticidas/plaguicidas que utiliza:

ATON

2.3.2. ¿Qué piensa de estos productos/qué opinión tiene sobre los pesticidas/plaguicidas?

Por que son muy eficientes. Debe ser utilizado con cuidado.

2.4. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando pesticidas/plaguicidas en sus cultivos agrícolas?

- 10 a más años 5 a 10 años 1 a 5 años Menos de 1 año

2.5. ¿Cuál es la frecuencia de aplicación de pesticidas/plaguicidas?

- Aplica hasta que se termina Los deja en recipiente y bota Los deja en recipiente y guarda Otros

2.6. ¿Dónde almacena los pesticidas/plaguicidas?

- En almacén seguro En la sala En el dormitorio En el corral En la cocina Otros

2.7. ¿Qué acciones realiza con los envases de los pesticidas/plaguicidas?

- Tirar a la basura Los almacena Los enterra Los tira en su terreno Otros quemar



5

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES AGRICOLAS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Chumbao y fecha: 07-09-2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad 40 Sexo M / / F Ocupación: Agricultor

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD AGRICOLA

2.1. ¿Qué tipo de cultivos agrícolas desarrolla en su campo?

Maíz
Papa
Cereales andinos (quinua, kiwicha, etc.)
Hortalizas
Otros.....

2.2. ¿Cuánto de campo para el desarrollo de sus cultivos dispone?

10 a más hectáreas
5 a 10 hectáreas
1 a 5 hectáreas
Menos de 1 hectárea

2.3. ¿Utiliza algún tipo de pesticida/plaguicida en su cultivo agrícola? Si / No

2.3.1. Especifique los nombres de los pesticidas/plaguicidas que utiliza:

Capitán
Cyflthor

2.3.2. ¿Qué piensa de estos productos/qué opinión tiene sobre estos productos?

Mata a los insectos para que no se coman a la planta
y pueda crecer bien

2.3.3. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando pesticidas/plaguicidas en sus cultivos agrícolas?

2 años

2.3.4. ¿Utiliza algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas?

Si / no
En caso afirmativo, ¿qué utiliza?
Guantes botas delantales trajes de protección gafas máscara respiratoria mascarilla antipolvo otros

2.3.5. ¿Qué hace con los envases de pesticidas/plaguicidas vacíos?

dejar que todo de la charca

2.3.6. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

guardar

2.3.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a sus campos de cultivo? Si / no

En caso afirmativo, especifique..... pozo

¿A qué distancia está la fuente de agua de los terrenos a los que aplica los tratamientos? 10 m

¿Para qué se utiliza la fuente de agua? para acumular agua de las lluvias

2.4. ¿Utiliza algunos tipos de fertilizantes en sus cultivos? Si / no

2.4.1. Especifique los nombres de los fertilizantes que utiliza:

Humo
Urea



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES AGRÍCOLAS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Cacaichaca y fecha: 02-09-2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 23 Sexo: M / X / F: / / Ocupación: Agricultor

Nivel de educación: Ninguno / / Primaria: X / Secundaria: / / Superior: / /

2. ACTIVIDAD AGRÍCOLA

2.1. ¿Qué tipo de cultivos agrícolas desarrolla en su campo?

- Maíz / / Papa / / Cereales andinos (quinua, kiwicha, etc.) / X / Hortalizas / / Otros: / /

2.2. ¿Cuánto de campo para el desarrollo de sus cultivos dispone?

- 10 a más hectáreas / / 5 a 10 hectáreas / / 1 a 5 hectáreas / / Menos de 1 hectárea: X /

2.3. ¿Utiliza algún tipo de pesticida/plaguicida en su cultivo agrícola? Si: X / No: / /

2.3.1. Especifique los nombres de los pesticidas/plaguicidas que utiliza:

Ferriox
CoarMin

2.3.2. ¿Qué piensa de estos productos/qué opinión tiene sobre estos productos?

Ayuda a la planta a crecer bien y también contamina al ambiente

2.3.3. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando pesticidas/plaguicidas en sus cultivos agrícolas?

2 años aprox.

2.3.4. ¿Utiliza algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas? Si: X / no: / /

En caso afirmativo, ¿qué utiliza?

Guantes / / botas / / delantales / / trajes de protección / / gafas / / máscara respiratoria: X / mascarilla antipolvo / / otros: / /

2.3.5. ¿Qué hace con los envases de pesticidas/plaguicidas vacíos?

dejar a un lado de la chacra

2.3.6. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

guardar

2.3.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequia, etc.) próxima a sus campos de cultivo? Si: / no: X /

En caso afirmativo, especifique:

¿A qué distancia está la fuente de agua de los terrenos a los que aplica los tratamientos? a. mas de 1 Km.

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

2.4. ¿Utiliza algunos tipos de fertilizantes en sus cultivos? Si: X / no: / /

2.4.1. Especifique los nombres de los fertilizantes que utiliza:

Urea
Super fosfato



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES AGRÍCOLAS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Cusco y fecha: 01-09-2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 27 Sexo: M / F / Ocupación: Agricultor

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD AGRÍCOLA

2.1. ¿Qué tipo de cultivos agrícolas desarrolla en su campo?

Maíz

Papa

Cereales andinos (quinua, kiwicha, etc.)

Hortalizas

Otros:

2.2. ¿Cuánto de campo para el desarrollo de sus cultivos dispone?

10 a más hectáreas

5 a 10 hectáreas

1 a 5 hectáreas

Menos de 1 hectárea

2.3. ¿Utiliza algún tipo de pesticida/plaguicida en su cultivo agrícola? Si No

2.3.1. Especifique los nombres de los pesticidas/plaguicidas que utiliza:

Fitoklin
Dipel
Rotax

2.3.2. ¿Qué piensa de estos productos/qué opinión tiene sobre estos productos?

Buen producto, hace que no haya pérdida

2.3.3. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando pesticidas/plaguicidas en sus cultivos agrícolas?

3 años aprox

2.3.4. ¿Utiliza algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas? Si no

En caso afirmativo, ¿qué utiliza?

Guantes botas delantales trajes de protección gafas máscara respiratoria mascarilla antipolvo otros

2.3.5. ¿Qué hace con los envases de pesticidas/plaguicidas vacíos?

dejarlos a un lado

2.3.6. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

Guardar

2.3.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a sus campos de cultivo? Si no

En caso afirmativo, especifique

¿A qué distancia está la fuente de agua de los terrenos a los que aplica los tratamientos?

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

2.4. ¿Utiliza algunos tipos de fertilizantes en sus cultivos? Si no

2.4.1. Especifique los nombres de los fertilizantes que utiliza:

Nitrato
Urea



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Piura - Andahuaylas y fecha: 09-09-2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad 50 Sexo M F Ocupación:

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

Vacuno

Porcino

Ovino

Animales menores (galinas, cuyes, etc.)

Otros:

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado)

Extensivo (al aire libre)

Semiabastabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más

10 a 20

5 a 10

1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas

5 a 10 hectáreas

1 a 5 hectáreas

Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermífugo en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermífugos que utiliza:

- fenbendazol

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

- organofosforado

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermífugos o insecticidas vacíos?

- los tiran

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

- los guardan

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En pozo caso afirmativo,

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado?

- 150 metros

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

- Pararegar

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:

.....



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

*Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Cuzco - Pata - Andahuaylas y fecha: 09-09-2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad 50 Sexo M / F Ocupación:

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cria?

Vacuno

Porcino

Ovino

Animales menores (galinas, cuyes, etc.)

Otros:

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado)

Extensivo (al aire libre)

Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más

10 a 20

5 a 10

1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas

5 a 10 hectáreas

1 a 5 hectáreas

Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermífugo en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermífugos que utiliza:

Levamisol

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

piretroide

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermífugos o insecticidas vacíos?

Lo volan

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

Lo guardan

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En segua caso afirmativo,

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado?

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:

.....



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Puno - Andahuaylas y fecha: 09-09-2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad Sexo M F Ocupación:

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

Vacuno

Porcino

Ovino

Animales menores (gallinas, cuyes, etc.)

Otros:

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado)

Extensivo (al aire libre)

Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más

10 a 20

5 a 10

1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas

5 a 10 hectáreas

1 a 5 hectáreas

Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermífugo en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermífugos que utiliza:

Ivermectina

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

organofosforado

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermífugos o insecticidas vacíos?

lo usara

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

lo guarda para despues

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequia, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En segura caso afirmativo,

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado?

100 metros

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

regar

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:

.....



San Jeronimo

Total 150

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: C. P. Tolosa - San Jeronimo y fecha: 08.10.2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad 27 Sexo M / F / X Ocupación: Nivel de educación: Ninguno / Primaria / Secundaria / Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

Vacuno / Porcino / Ovino / Animales menores (galinas, cuyes, etc.) / Otros

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado) / Extensivo (al aire libre) / Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más / 10 a 20 / 5 a 10 / 1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas / 5 a 10 hectáreas / 1 a 5 hectáreas / Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermífugo en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si / No

2.5.1. Especifique los nombres de los vermífugos que utiliza:

albendazol, ivermectina

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroideo) para el control de moscas y garrapatas? Si / No

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermífugos o insecticidas vacíos?

los voy a botar

2.6.3. Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

lo guardo en un lugar seguro

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si / No

En caso afirmativo, especifique: arroyo

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado?

¿Para qué se utiliza la fuente de agua? para regar y poner agua

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si / No

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: Santa Rosa y fecha: 07/09/19

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 35 Sexo M F Ocupación: _____

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

Vacuno

Porcino

Ovino

Animales menores (galinas, cuyes, etc.)

Otros: _____

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado)

Extensivo (al aire libre)

Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más

10 a 20

5 a 10

1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas

5 a 10 hectáreas

1 a 5 hectáreas

Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermida en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermicidas que utiliza:

oxibendazol, incubendazol y otros
dependiendo al veterinario

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

Etóna, Forse, Forse LS 8

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermicidas o insecticidas vacíos?

botó

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

guardar

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En caso afirmativo, especifique... 2 a 3 metros

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado? 3 metros

¿Para qué se utiliza la fuente de agua? limpiar

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: AV. Independencia N° 917 y fecha: 08/09/2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 45 Sexo: M (F) Ocupación: amo de casa

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

- Vacuno
- Porcino
- Ovino
- Animales menores (galinas, cuyes, etc.)
- Otros: _____

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

- Intensivo (estabulado)
- Extensivo (al aire libre)
- Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

- 20 a más
- 10 a 20
- 5 a 10
- 1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

- 10 a más hectáreas
- 5 a 10 hectáreas
- 1 a 5 hectáreas
- Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermícida en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermícidados que utiliza:

en este caso utiliza fenbendazol 10% que es un
parasiteno interno

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

organofosforados y carbamatos

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermícidados o insecticidas vacíos?

los boto

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

los guardo

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En caso afirmativo, especifique: el caso

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado? a unos 2 metros

¿Para qué se utiliza la fuente de agua? para que beban y limpien

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

"Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019"

Lugar: S. CUYA, Azuay, TALAVERA y fecha: 08/09/2019

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 31 Sexo: M (X) / F () Ocupación: ganadero

Nivel de educación: Ninguno () / Primaria () / Secundaria (X) / Superior ()

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cria?

- Vacuno (X)
Porcino ()
Ovino ()
Animales menores (galinas, cuyes, etc.) (X)
Otros ()

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

- Intensivo (estabulado) ()
Extensivo (al aire libre) ()
Semiestabulado (X)

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

- 20 a más ()
10 a 20 ()
5 a 10 (X)
1 a 5 ()

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

- 10 a más hectáreas ()
5 a 10 hectáreas (X)
1 a 5 hectáreas ()
Menos de 1 hectárea ()

2.5. ¿Utiliza algún vermícidico en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si () / no ()

2.5.1. Especifique los nombres de los vermícidicos que utiliza:

tetrámico, fenbendazol y otros dependiendo el estado del animal

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si () / no ()

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

organofosforado, piretroide, el ganado se trata dependiendo de la situación

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermícidicos o insecticidas vacíos?

Se desecha

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequia, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si (X) / no ()

En caso afirmativo, especifique: pozo

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado? 5 metros

¿Para qué se utiliza la fuente de agua? limpiar, beber

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si () / no (X)

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:



CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019

Lugar: Chihuazilla y fecha: 08-09-19

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad 38 Sexo M F Ocupación: ganadero

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

- Vacuno
Porcino
Ovino
Animales menores (galinas, cuyes, etc.)
Otros

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

- Intensivo (estabulado)
Extensivo (al aire libre)
Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

- 20 a más
10 a 20
5 a 10
1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

- 10 a más hectáreas
5 a 10 hectáreas
1 a 5 hectáreas
Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermícidá en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermícidá que utiliza:

Benzimidazol, triclabendazole

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermícidá o insecticidas vacíos?

los usó para la crianza

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

los guardo

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequia, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En caso afirmativo, especifique sequia

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado? 3 metros

¿Para qué se utiliza la fuente de agua? para que el ganado tome agua

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:



Talavera

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES PECUARIOS

Actividades agropecuarias que inciden en la concentración de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac, año 2019

Lugar: Canta Rosa - Talavera, y fecha: 07-01-19

1. DATOS DEL ENCUESTADO

Edad: 25 Sexo M F Ocupación: ganadero

Nivel de educación: Ninguno Primaria Secundaria Superior

2. ACTIVIDAD PECUARIA

2.1. ¿Qué tipo de ganado cría?

Vacuno

Porcino

Ovino

Animales menores (gallinas, cuyes, etc.)

Otros: cueros

2.2. ¿Cómo realiza su crianza?

Intensivo (estabulado)

Extensivo (al aire libre)

Semiestabulado

2.3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene?

20 a más

10 a 20

5 a 10

1 a 5

2.4. ¿Cuánto de campo para pastoreo dispone?

10 a más hectáreas

5 a 10 hectáreas

1 a 5 hectáreas

Menos de 1 hectárea

2.5. ¿Utiliza algún vermícidico en su ganado (tipo fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol) para el control de parásitos? Si no

2.5.1. Especifique los nombres de los vermícidicos que utiliza:

para el crecimiento y me la agri enfermedades

2.6. ¿Utiliza algún insecticida en la crianza de su ganado (tipo organofosforado o piretroide) para el control de moscas y garrapatas? Si no

2.6.1. Especifique los nombres de los insecticidas que utiliza:

2.6.2. ¿Qué hace con los envases de vermícidicos o insecticidas vacíos?

recogen al techo

2.6.3. ¿Si le sobran productos sin utilizar, ¿qué hace con ellos?

los guardan

2.7. ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, sequía, etc.) próxima a su lugar de crianza? Si no

En caso afirmativo, especifique al como

¿A qué distancia está la fuente de agua de su ganado? para hacer algunos testamentos

¿Para qué se utiliza la fuente de agua?

2.8. ¿Realiza algún tipo de tratamiento a los desechos de la crianza que realiza? Si no

2.8.1. Especifique el tipo de tratamiento de los desechos que realiza:

sona



Anexo 10. Procesamiento de los datos para criadores de ganado vacuno.

Vacunos	N°	EDAD	SEXO	NIVELEDU	TIPOGAN	TIPOCRIANZA	CABGANADO	CAMPAST	UTILVERMICIDA	INSECTICIDA	FUENTEDEAGUA	TRATDESECH
Andahuaylas	1	32	1	1	1	2	1	3	1	2	2	2
	2	28	2	1	1	2	4	4	2	1	1	2
	3	35	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
	4	42	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	5	42	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
	6	45	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	7	40	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	8	40	2	2	1	3	2	4	1	1	1	2
	9	41	2	2	1	3	4	4	1	1	1	2
	10	35	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	11	52	2	2	1	3	4	4	1	2	1	2
	12	38	1	2	1	3	4	4	1	1	1	2
	13	52	2	1	1	3	4	3	1	1	1	2
	14	50	2	2	1	3	4	4	1	1	1	2
Talavera	1	38	2	2	4	1	1	3	1	2	1	1
	2	35	2	2	1	3	4	3	1	2	1	2
	3	55	1	3	1	3	4	2	1	1	1	1
	4	38	2	2	1	3	4	3	1	2	1	2
	5	31	1	3	1	3	3	2	1	1	1	2
	6	48	2	2	1	3	3	3	1	1	1	2
	7	35	2	1	1	2	2	4	1	1	1	2
	8	65	1	4	1	3	2	3	1	1	1	1
	9	28	1	4	1	3	3	4	2	1	1	2
	10	43	1	2	1	2	3	4	1	1	1	2
	11	51	1	1	4	1	3	3	1	1	1	2
	12	39	2	3	1	3	4	4	2	2	1	2
	13	23	1	4	4	3	3	4	1	1	2	2
	14	38	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1
	15	35	1	1	1	2	3	4	1	1	2	2
San Jerónimo	1	32	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	2	54	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
	3	54	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	4	53	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	5	42	2	2	1	3	4	4	1	2	2	2
	6	54	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
	7	45	2	1	1	3	4	3	1	2	1	2
	8	49	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	9	43	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	10	30	2	1	1	3	4	3	1	1	1	2
	11	47	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
	12	42	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2



13	54	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
14	38	2	2	1	1	4	4	1	2	1	2
15	43	2	2	1	1	4	4	1	1	1	2
16	61	1	1	1	3	3	3	1	2	1	2
17	49	2	1	1	2	4	4	1	1	1	2
18	37	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1
19	43	2	2	1	3	4	4	1	2	1	1
20	55	1	1	1	1	4	4	1	2	1	1
21	55	2	1	1	2	4	4	1	1	1	2
22	33	2	1	1	2	4	4	1	1	1	2
23	48	2	1	1	3	4	4	1	1	1	2
24	53	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
25	58	1	1	1	3	3	3	1	2	1	2
26	49	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
27	52	2	1	1	3	4	4	1	2	1	2
28	60	1	1	1	3	3	3	1	2	1	2
Total	57										



Anexo 11. Procesamiento de los datos para criadores de cuyes.

Cuyes	N°	EDAD	SEXO	NIVELEDU	TIPOGAN	TIPOCRIANZA	CABGANADO	CAMPAST	UTILVERMICIDA	INSECTICIDA	FUENTEDEAGUA	TRATDESECH
Andahuaylas	1	33	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	2	35	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	3	45	1	1	4	1	1	4	2	1	2	1
	4	38	1	1	4	1	1	3	2	1	2	1
	5	25	1	1	4	1	1	3	2	1	2	1
	6	29	2	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	7	32	1	1	4	2	1	4	1	1	2	1
	8	35	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	9	45	1	1	4	1	1	4	2	1	2	1
	10	38	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	11	40	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	12	58	2	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	13	32	2	1	4	2	1	3	2	1	2	1
	14	28	1	1	4	2	1	2	2	2	2	1
	15	25	1	1	4	2	1	3	2	1	2	1
	16	35	2	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	17	26	1	1	4	2	1	2	2	2	2	1
	18	56	1	1	4	2	1	3	2	1	2	2
	19	31	1	1	4	2	1	3	2	1	2	1
	20	26	2	1	4	2	1	3	2	1	2	2
Talavera	1	30	2	1	4	2	2	4	2	2	1	2
	2	54	2	1	4	1	1	3	2	1	2	2
	3	37	1	3	4	2	3	2	1	2	2	2
	4	60	1	2	4	1	1	3	2	2	2	2
	5	36	2	3	4	2	2	3	2	2	2	2
	6	26	1	3	4	1	1	3	1	2	2	1
	7	59	2	2	4	1	2	3	2	2	2	2
San Jerónimo	1	34	2	1	4	3	1	4	2	2	2	1
	2	38	2	2	4	3	1	4	2	2	2	1
	3	36	2	1	4	1	1	3	2	1	2	1
	4	42	1	3	4	1	1	3	2	2	2	1
	5	44	2	1	4	3	1	4	2	1	2	1
	6	48	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	7	38	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	8	42	1	1	4	1	1	3	2	1	2	1
	9	36	2	3	4	3	1	4	2	2	2	2
	10	40	2	3	4	1	3	4	2	1	2	1
	11	56	1	1	4	2	1	4	2	1	2	1
	12	38	2	3	4	1	1	2	2	1	2	1
	13	43	2	2	4	1	1	2	2	2	2	1
	14	58	1	2	4	1	1	4	2	1	2	1



15	35	2	3	4	1	1	3	2	1	2	1
16	46	2	2	4	1	1	3	2	1	2	1
17	41	2	3	4	1	1	3	2	2	2	1
18	49	2	3	4	1	1	1	2	1	2	1
19	55	2	2	4	1	1	2	2	1	2	1
20	28	2	1	4	2	1	4	2	2	2	1
21	47	1	1	4	1	1	2	2	2	2	2
22	47	2	2	4	1	1	3	2	2	2	1
23	35	2	2	4	1	4	4	2	2	2	1
24	48	2	2	4	2	2	3	2	2	2	2
25	50	2	2	4	1	2	3	2	2	2	2
26	36	2	3	4	2	2	3	2	2	2	2
27	40	2	3	4	1	3	4	2	1	2	1
Total	54										



Anexo 12. Procesamiento de los datos para productores de quinua.

Quinua	N°	EDAD	SEXO	NIVELEDU	TIPOCUL	CULTIHECT	PESTPLAG	PROTECCION	QUETIPOPOTEC	FUENTEDEAGUA	FERTILIZANTES
Andahuaylas	1	47	1	1	3	4	1	1	6	1	1
	2	27	1	1	3	4	1	1	6	1	1
	3	38	1	2	3	4	1	1	6	2	1
	4	33	1	3	3	4	1	1	6	1	1
	5	44	1	3	3	4	1	1	6	2	1
	6	40	1	2	3	4	1	1	6	2	1
	7	33	1	3	3	4	1	1	8	1	1
	8	35	1	1	3	4	1	1	6	2	1
	9	32	1	1	3	4	1	2		1	1
	10	22	1	1	3	4	1	1	6	2	1
	11	27	1	3	3	4	1	1	6	1	1
	12	25	1	4	3	4	1	1	6	1	1
	13	27	1	1	3	4	1	1	6	2	1
	14	40	1	1	3	4	1	2		1	1
	15	34	1	3	3	4	1	1	8	1	1
	16	25	2	3	3	4	1	2		1	1
	17	20	2	4	3	4	1	2		1	1
	18	38	1	2	3	4	1	1	8	1	1
	19	35	1	3	3	4	1	1	6	2	1
	20	50	1	2	3	4	1	2		1	1
	21	35	1	3	3	4	1	2		2	1
	22	37	2	1	3	4	2	2	2	1	1
	23	42	1	2	3	4	1	1	6	1	1
	24	42	1	2	3	4	1	1	6	1	1
	25	35	2	3	3	4	1	1	8	2	1
Tala vera	1	27	1	2	3	4	1	1	6	2	1
	2	55	1	2	3	4	1	2		2	1
	3	43	1	3	3	4	1	1	8	2	1
	4	34	1	3	3	4	1	1	6	2	1
	5	32	1	3	3	4	1	1	6	2	1
	6	47	1	1	3	4	1	1	8	2	1
	7	35	1	3	3	4	1	1	8	2	1
	8	51	1	2	3	4	1	2		2	1
	9	29	1	3	3	4	1	1	6	2	1
	10	28	2	3	3	4	1	1	6	2	1
	11	47	1	3	3	4	1	2		2	1
San Jerónimo	1	40	1	1	3	4	1	1	6	1	1
	2	32	1	3	3	4	1	1	6	2	1
	3	37	1	3	3	4	1	1	6	2	1



4	39	1	3	3	4	1	2		2	1
5	27	1	4	3	4	1	1	6	1	1
6	30	1	1	3	4	1	1	6	2	1
7	31	1	3	3	4	1	2		1	1
8	37	1	3	3	4	1	1	6	2	1
9	61	1	2	3	4	1	2		1	1
10	40	1	3	3	4	1	1	6	1	1
11	32	1	1	3	4	1	1	6	1	1
12	27	2	3	3	4	1	2		1	1
13	55	1	1	3	4	1	2		2	1
14	37	1	1	3	4	1	2		2	1
15	42	1	3	3	4	1	1	6	1	1
16	25	1	4	3	4	1	1	6	1	1
Total	52									



Anexo 13. Procesamiento de los datos para productores de papa y maíz.

Papa y maíz	N°	EDAD	SEXO	NIVELEDU	TIPOCUL	CULTIHECT	PESTPLAG	PROTECCION	QUETIPOPOTEC	FUENTEDEAGUA	FERTILIZANTES
	1	35	2	1	1	2	1	2		1	1
	2	39	2	1	1	3	1	1	1	1	1
	3	40	2	3	1	3	1	1	2	1	1
	4	36	1	2	1	3	2	2		2	1
	5	45	2	2	1	3	2	2		1	1
	6	50	1	1	1	3	2	2		2	1
	7	52	1	2	2	3	1	2		1	1
	8	60	1	2	2	3	1	1	1	1	1
	9	55	1	2	2	3	1	1	1	1	1
	10	46	1	2	2	3	1	1	1	1	1
	11	37	1	2	2	3	1	2		1	1
	12	55	1	2	2	3	1	2		1	1
	13	50	1	1	1	3	2	2		1	1
	14	35	1	3	1	4	1	1	6	1	1
	15	28	1	1	2	3	1	1	6	2	1
	16	18	1	3	2	3	1	2		2	2
	17	21	1	3	2	4	1	2		1	1
	18	22	1	3	2	3	1	1	3	1	1
	19	20	1	3	2	3	1	1	1	1	1
	20	23	1	1	1	4	1	1	1	1	1
	21	24	1	4	2	3	1	1	1	1	1
	22	24	1	4	2	2	1	1	2	1	1
	23	22	1	4	2	4	1	1	1	1	1
	24	25	1	3	2	4	1	2		1	2
	25	20	1	4	2	3	1	2		1	2
	26	20	1	3	2	2	1	1	1	1	1
	27	28	1	4	2	4	1	1	6	1	1
	28	25	1	1	1	4	1	2		1	2
	29	30	1	3	1	2	1	1	1	1	1
	30	40	2	3	1	3	1	1	2	1	1
	31	46	1	2	2	3	1	1	1	1	1
	32	39	2	1	1	3	1	1	1	1	1
	33	24	1	4	2	3	1	1	1	1	1
	34	55	1	2	2	3	1	1	1	1	1
	35	20	1	3	2	3	1	1	1	1	1
	36	30	1	3	1	2	1	1	1	1	1
	37	28	1	4	2	4	1	1	6	1	1
	38	36	1	2	1	3	2	2		2	1
	39	50	1	1	1	3	2	2		2	1

Andahuaylas



Talavera	1	42	2	1	1	3	1	2		1	1
	2	32	2	1	1	3	1	2		2	1
	3	52	1	1	1	3	1	2		1	1
	4	22	1	1	1	3	2	2		1	1
	5	29	1	1	2	3	1	2		1	1
San Jerónimo	1	40	1	1	2	3	1	1	6	1	1
	2	50	1	1	1	3	2	2		1	1
	3	50	1	2	2	3	1	2		1	1
	4	37	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	5	38	2	1	1	2	1	1	1	1	1
	6	38	2	1	1	3	1	1	1	1	1
	7	39	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	8	31	1	1	2	2	1	2		2	1
	9	40	2	1	1	2	1	2		2	1
	10	35	1	3	1	2	1	1	1	2	1
	11	19	2	3	1	4	1	2		1	1
Total	55										



Anexo 14. Datos para características fisicoquímicas en avenidas.

BLOQUE	Puntos de muestreo	Nivel de oxígeno disuelto (OD) mg O ₂ /L	Demanda Bioquímica Oxígeno mgO ₂ /L	Nitratos mg NO ₃ /L	Fosfatos mg PO ₄ /L	Temperatura °C	Turbidez NFU	STD mg/L	Alcalinidad mg CaCO ₃ /L	Dureza mg CaCO ₃ /L	Potencial de Hidrógeno pH	Conductividad uS/cm
1	P1	4.17	0	0	0	9.82	0.90	12.30	1.07	3.81	7.12	26.91
1	P1	4.12	0	0	0	9.80	0.50	12.00	0.87	3.21	7.00	25.40
1	P1	4.07	0	0	0	9.78	0.10	11.70	0.67	2.61	6.88	23.89
1	P2	4.17	0	0	0	10.03	1.60	16.10	1.80	5.30	7.12	31.31
1	P2	4.15	0	0	0	10.00	1.40	15.00	1.20	4.32	7.10	29.30
1	P2	4.13	0	0	0	9.97	1.20	13.90	0.60	3.34	7.08	27.29
1	P3	4.37	0	0	0	10.51	2.48	19.20	3.07	5.73	7.46	38.26
1	P3	4.30	0	0	0	10.50	2.30	19.00	2.56	5.02	7.38	37.18
1	P3	4.23	0	0	0	10.49	2.12	18.80	2.05	4.31	7.30	36.10
1	P4	4.81	2.1	0	0.05	10.16	4.2	22	2.9	6.3	7.73	44
1	P4	4.79	2.69	0	0.05	10.2	4.2	24	3.4	7.8	7.71	46
1	P4	4.76	2.74	0	0.05	10.15	4.4	20	3.1	6.8	7.5	44
1	P5	5.86	2.1	0	1.5	11.49	11.3	26	21	45.6	7.73	52
1	P5	5.85	2.02	0	1.49	11.34	11.3	26	20	43.5	7.7	50
1	P5	5.84	2.22	0	1.48	11.39	11.2	25	19.8	43.1	7.86	52
1	P6	7.47	9.8	0	0.91	12.98	23.4	43	26.5	80.2	8.07	85
1	P6	7.45	9.87	0	0.91	12.86	23.2	43	27.2	82.3	8.15	88
1	P6	7.43	9.98	0	0.92	12.92	24.5	44	26.4	79.9	8.09	86
1	P7	7.78	28	0	1.7	14.01	29.1	54	33	99.9	8.12	107
1	P7	7.74	28.12	0	1.69	14.23	30.4	59	33.9	102.7	8.09	108
1	P7	7.70	29	0	1.67	14	28.8	56	33.5	101.5	8.1	110
1	P8	7.29	58	0	1.72	15.74	65.3	77	36.6	110.9	7.9	153
1	P8	7.23	58.34	0	1.7	15.64	68.2	75	35.7	108.2	7.7	155
1	P8	7.17	59.01	0	1.68	15.34	64.7	78	35.7	108.2	8	155
1	P9	6.43	90	0	2.08	15.81	98	138	42.5	98.8	8	276



1	P9	6.40	91.4	0	2.07	15.62	102.3	141	44.8	101.1	7.98	280
1	P9	6.37	92	0	2.06	15.81	99.4	139	43.9	102.1	8.09	277
1	P10	7.86	114	0	0.62	16.86	142.5	168	57.9	199.5	8.34	336
1	P10	7.83	115	0	0.62	16.43	143.9	166	58.3	201.1	8.8	335
1	P10	7.80	117.03	0	0.62	16.51	144.2	170	58.5	201.8	8.45	340



Anexo 15. Datos para características fisicoquímicas en estiaje.

BLOQUE	Puntos de muestreo	Nivel de oxígeno disuelto (OD) mg O ₂ /L	Demanda Bioquímica Oxígeno mgO ₂ /L	Nitratos mg NO ₃ /L	Fosfatos mg PO ₄ /L	Temperatura °C	Turbidez NFU	STD mg/L	Alcalinidad mg CaCO ₃ /L	Dureza mg CaCO ₃ /L	Potencial de Hidrógeno pH	Conductividad uS/cm
2	P1	5.28	0	0	0	10.02	0.06	26.40	3.20	11.60	7.41	63.12
2	P1	5.23	0	0	0	10.01	0.05	26.00	3.10	11.40	7.40	60.01
2	P1	5.18	0	0	0	10.00	0.04	25.60	3.00	11.20	7.39	56.90
2	P2	5.37	0	0	0	10.03	0.11	30.70	4.98	13.70	7.63	80.78
2	P2	5.31	0	0	0	10.01	0.09	30.00	4.52	13.20	7.60	79.73
2	P2	5.25	0	0	0	9.99	0.07	29.30	4.06	12.70	7.57	78.68
2	P3	5.51	0	0	0	10.73	0.13	43.30	7.57	19.00	7.82	87.63
2	P3	5.47	0	0	0.01	10.72	0.12	42.10	7.36	18.60	7.80	85.62
2	P3	5.43	0	0	0.02	10.71	0.11	40.90	7.15	18.20	7.78	83.61
2	P4	7.79	0	0	0.05	10.86	0	52	9.2	19.6	8.45	104
2	P4	7.73	0	0	0.05	10.86	0	53	9.5	20.7	8.46	106
2	P4	7.73	0	0	0.05	10.86	0.6	53	9.5	20.7	8.47	106
2	P5	8.72	40	0	0.17	19.21	19.2	107	19.8	43	9.31	214
2	P5	8.46	39	0	0.17	19.22	17.9	107	19.2	41.8	9.34	214
2	P5	8.43	40	0	0.17	19.23	15.6	107	19.4	42.1	9.34	214
2	P6	5.17	186	0	1.31	22.28	28.9	217	24.4	74	7.98	434
2	P6	5.19	184	0	1.31	22.28	29.4	217	24.8	75.3	7.97	434
2	P6	5.19	187	0	1.31	22.29	28	217	24.2	73.2	7.98	435
2	P7	8.04	52	0	1.64	21.24	15.3	234	27.6	85.6	8.43	468
2	P7	8.01	51	0	1.64	21.24	15.6	234	28.6	86.8	8.44	468
2	P7	8.03	50	0	1.64	21.24	15.3	234	28	84.8	8.44	468
2	P8	2.21	146	0	1.52	22.96	59.6	402	36	109	7.51	803
2	P8	2.23	146	0	1.52	22.95	63.8	402	35.1	106.3	7.51	804
2	P8	2.18	144	0	1.52	22.94	63.8	402	35.5	107.6	7.51	804
2	P9	5.12	46	0	1.86	20.57	38.5	432	47.1	110.6	7.6	865
2	P9	5.03	47	0	1.87	20.58	37.9	435	48.8	113.5	7.6	870
2	P9	5.18	49	0	1.87	20.59	37.5	435	48.9	113.7	7.59	871



2	P10	7.93	7	0	1.01	19.13	24.4	453	49	169	8.61	905
2	P10	7.93	6	0	1.02	19.13	24.6	453	49.4	170.3	8.61	906
2	P10	7.87	7	0	1.02	19.14	24	453	49.6	171.1	8.61	906



Anexo 16. Anova y LSD para OD avenida y estiaje.

Análisis de varianza para OD en temporada de avenida.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	64.4743	9	7.16381	4496.11	0.0000
Intra grupos	0.0318667	20	0.00159333		
Total (Corr.)	64.5061	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Punto	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	4.12	A
2	3	4.15	A
3	3	4.30	B
4	3	4.79	C
5	3	5.85	D
9	3	6.40	E
8	3	7.23	F
6	3	7.45	G
7	3	7.74	H
10	3	7.83	I

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.03	0.0679853
1 - 3	*	-0.18	0.0679853
1 - 4	*	-0.666667	0.0679853
1 - 5	*	-1.73	0.0679853
1 - 6	*	-3.33	0.0679853
1 - 7	*	-3.62	0.0679853
1 - 8	*	-3.11	0.0679853
1 - 9	*	-2.28	0.0679853
1 - 10	*	-3.71	0.0679853
2 - 3	*	-0.15	0.0679853
2 - 4	*	-0.636667	0.0679853
2 - 5	*	-1.7	0.0679853
2 - 6	*	-3.3	0.0679853
2 - 7	*	-3.59	0.0679853
2 - 8	*	-3.08	0.0679853
2 - 9	*	-2.25	0.0679853
2 - 10	*	-3.68	0.0679853
3 - 4	*	-0.486667	0.0679853
3 - 5	*	-1.55	0.0679853
3 - 6	*	-3.15	0.0679853
3 - 7	*	-3.44	0.0679853
3 - 8	*	-2.93	0.0679853
3 - 9	*	-2.1	0.0679853
3 - 10	*	-3.53	0.0679853
4 - 5	*	-1.06333	0.0679853
4 - 6	*	-2.66333	0.0679853
4 - 7	*	-2.95333	0.0679853
4 - 8	*	-2.44333	0.0679853
4 - 9	*	-1.61333	0.0679853
4 - 10	*	-3.04333	0.0679853
5 - 6	*	-1.6	0.0679853
5 - 7	*	-1.89	0.0679853
5 - 8	*	-1.38	0.0679853
5 - 9	*	-0.55	0.0679853
5 - 10	*	-1.98	0.0679853
6 - 7	*	-0.29	0.0679853
6 - 8	*	0.22	0.0679853
6 - 9	*	1.05	0.0679853
6 - 10	*	-0.38	0.0679853
7 - 8	*	0.51	0.0679853
7 - 9	*	1.34	0.0679853
7 - 10	*	-0.09	0.0679853
8 - 9	*	0.83	0.0679853
8 - 10	*	-0.6	0.0679853
9 - 10	*	-1.43	0.0679853

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para OD en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	103.192	9	11.4657	2714.85	0.0000
Intra grupos	0.0844667	20	0.00422333		
Total (Corr.)	103.276	29			



Método: 95.0 porcentaje LSD

Punto	Casos	Media	Grupos Homogéneos
8	3	2.20667	H
9	3	5.11	F
6	3	5.18333	FA
1	3	5.23	AB
2	3	5.31	B
3	3	5.47	C
4	3	7.75	D
10	3	7.91	I
7	3	8.02667	G
5	3	8.53667	E

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.08	0.110685
1 - 3	*	-0.24	0.110685
1 - 4	*	-2.52	0.110685
1 - 5	*	-3.30667	0.110685
1 - 6		0.0466667	0.110685
1 - 7	*	-2.79667	0.110685
1 - 8	*	3.02333	0.110685
1 - 9	*	0.12	0.110685
1 - 10	*	-2.68	0.110685
2 - 3	*	-0.16	0.110685
2 - 4	*	-2.44	0.110685
2 - 5	*	-3.22667	0.110685
2 - 6	*	0.126667	0.110685
2 - 7	*	-2.71667	0.110685
2 - 8	*	3.10333	0.110685
2 - 9	*	0.2	0.110685
2 - 10	*	-2.6	0.110685
3 - 4	*	-2.28	0.110685
3 - 5	*	-3.06667	0.110685
3 - 6	*	0.286667	0.110685
3 - 7	*	-2.55667	0.110685
3 - 8	*	3.26333	0.110685
3 - 9	*	0.36	0.110685
3 - 10	*	-2.44	0.110685
4 - 5	*	-0.786667	0.110685
4 - 6	*	2.56667	0.110685
4 - 7	*	-0.276667	0.110685
4 - 8	*	5.54333	0.110685
4 - 9	*	2.64	0.110685
4 - 10	*	-0.16	0.110685
5 - 6	*	3.35333	0.110685
5 - 7	*	0.51	0.110685
5 - 8	*	6.33	0.110685
5 - 9	*	3.42667	0.110685
5 - 10	*	0.626667	0.110685
6 - 7	*	-2.84333	0.110685
6 - 8	*	2.97667	0.110685
6 - 9	*	0.0733333	0.110685
6 - 10	*	-2.72667	0.110685
7 - 8	*	5.82	0.110685
7 - 9	*	2.91667	0.110685
7 - 10	*	0.116667	0.110685
8 - 9	*	-2.90333	0.110685
8 - 10	*	-5.70333	0.110685
9 - 10	*	-2.8	0.110685

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para OD por Temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.03	1	0.03	0.01	0.91
Intra grupos	55.89	18	3.10		
Total (Corr.)	55.92	19			



Anexo 17. Anova y LSD para DBO avenida y estiaje.

Análisis de varianza para DBO en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	49394.3	9	5488.26	13243.01	0.0000
Intra grupos	8.28853	20	0.414427		
Total (Corr.)	49402.6	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0	A
3	3	0	A
2	3	0	A
5	3	2.11333	B
4	3	2.51	B
6	3	9.88333	C
7	3	28.3733	D
8	3	58.45	E
9	3	91.1333	F
10	3	115.343	G

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	1.09644
1 - 3		0	1.09644
1 - 4	*	-2.51	1.09644
1 - 5	*	-2.11333	1.09644
1 - 6	*	-9.88333	1.09644
1 - 7	*	-28.3733	1.09644
1 - 8	*	-58.45	1.09644
1 - 9	*	-91.1333	1.09644
1 - 10	*	-115.343	1.09644
2 - 3		0	1.09644
2 - 4	*	-2.51	1.09644
2 - 5	*	-2.11333	1.09644
2 - 6	*	-9.88333	1.09644
2 - 7	*	-28.3733	1.09644
2 - 8	*	-58.45	1.09644
2 - 9	*	-91.1333	1.09644
2 - 10	*	-115.343	1.09644
3 - 4	*	-2.51	1.09644
3 - 5	*	-2.11333	1.09644
3 - 6	*	-9.88333	1.09644
3 - 7	*	-28.3733	1.09644
3 - 8	*	-58.45	1.09644
3 - 9	*	-91.1333	1.09644
3 - 10	*	-115.343	1.09644
4 - 5		0.396667	1.09644
4 - 6	*	-7.37333	1.09644
4 - 7	*	-25.8633	1.09644
4 - 8	*	-55.94	1.09644
4 - 9	*	-88.6233	1.09644
4 - 10	*	-112.833	1.09644
5 - 6	*	-7.77	1.09644
5 - 7	*	-26.26	1.09644
5 - 8	*	-56.3367	1.09644
5 - 9	*	-89.02	1.09644
5 - 10	*	-113.23	1.09644
6 - 7	*	-18.49	1.09644
6 - 8	*	-48.5667	1.09644
6 - 9	*	-81.25	1.09644
6 - 10	*	-105.46	1.09644
7 - 8	*	-30.0767	1.09644
7 - 9	*	-62.76	1.09644
7 - 10	*	-86.97	1.09644
8 - 9	*	-32.6833	1.09644
8 - 10	*	-56.8933	1.09644
9 - 10	*	-24.21	1.09644

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para DBO en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	118282.	9	13142.4	17142.32	0.0000
Intra grupos	15.3333	20	0.766667		
Total (Corr.)	118297.	29			



LSD para DBO estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	0	A
2	3	0	A
1	3	0	A
4	3	0	A
10	3	6.66667	B
5	3	39.66667	C
9	3	47.33333	D
7	3	51.0	E
8	3	145.333	F
6	3	185.667	G

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	1.4913
1 - 3		0	1.4913
1 - 4		0	1.4913
1 - 5	*	-39.6667	1.4913
1 - 6	*	-185.667	1.4913
1 - 7	*	-51.0	1.4913
1 - 8	*	-145.333	1.4913
1 - 9	*	-47.3333	1.4913
1 - 10	*	-6.66667	1.4913
2 - 3		0	1.4913
2 - 4		0	1.4913
2 - 5	*	-39.6667	1.4913
2 - 6	*	-185.667	1.4913
2 - 7	*	-51.0	1.4913
2 - 8	*	-145.333	1.4913
2 - 9	*	-47.3333	1.4913
2 - 10	*	-6.66667	1.4913
3 - 4		0	1.4913
3 - 5	*	-39.6667	1.4913
3 - 6	*	-185.667	1.4913
3 - 7	*	-51.0	1.4913
3 - 8	*	-145.333	1.4913
3 - 9	*	-47.3333	1.4913
3 - 10	*	-6.66667	1.4913
4 - 5	*	-39.6667	1.4913
4 - 6	*	-185.667	1.4913
4 - 7	*	-51.0	1.4913
4 - 8	*	-145.333	1.4913
4 - 9	*	-47.3333	1.4913
4 - 10	*	-6.66667	1.4913
5 - 6	*	-146.0	1.4913
5 - 7	*	-11.3333	1.4913
5 - 8	*	-105.667	1.4913
5 - 9	*	-7.66667	1.4913
5 - 10	*	33.0	1.4913
6 - 7	*	134.667	1.4913
6 - 8	*	40.3333	1.4913
6 - 9	*	138.333	1.4913
6 - 10	*	179.0	1.4913
7 - 8	*	-94.3333	1.4913
7 - 9	*	3.66667	1.4913
7 - 10	*	44.3333	1.4913
8 - 9	*	98.0	1.4913
8 - 10	*	138.667	1.4913
9 - 10	*	40.6667	1.4913

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para DBO por Temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1405.83	1	1405.83	0.45	0.5095
Intra grupos	55880.2	18	3104.45		
Total (Corr.)	57286.0	19			



Anexo 18. Anova y LSD para fosfatos avenida y estiaje.

Análisis de varianza para fosfatos en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18.5545	9	2.06161	23787.82	0.0000
Intra grupos	0.00173333	20	0.0000866667		
Total (Corr.)	18.5562	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	3	0	A
3	3	0	A
1	3	0	A
4	3	0.05	B
10	3	0.62	G
6	3	0.913333	D
5	3	1.49	C
7	3	1.68667	E
8	3	1.7	E
9	3	2.07	F

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0.0158558
1 - 3		0	0.0158558
1 - 4	*	-0.05	0.0158558
1 - 5	*	-1.49	0.0158558
1 - 6	*	-0.913333	0.0158558
1 - 7	*	-1.68667	0.0158558
1 - 8	*	-1.7	0.0158558
1 - 9	*	-2.07	0.0158558
1 - 10	*	-0.62	0.0158558
2 - 3		0	0.0158558
2 - 4	*	-0.05	0.0158558
2 - 5	*	-1.49	0.0158558
2 - 6	*	-0.913333	0.0158558
2 - 7	*	-1.68667	0.0158558
2 - 8	*	-1.7	0.0158558
2 - 9	*	-2.07	0.0158558
2 - 10	*	-0.62	0.0158558
3 - 4	*	-0.05	0.0158558
3 - 5	*	-1.49	0.0158558
3 - 6	*	-0.913333	0.0158558
3 - 7	*	-1.68667	0.0158558
3 - 8	*	-1.7	0.0158558
3 - 9	*	-2.07	0.0158558
3 - 10	*	-0.62	0.0158558
4 - 5	*	-1.44	0.0158558
4 - 6	*	-0.863333	0.0158558
4 - 7	*	-1.63667	0.0158558
4 - 8	*	-1.65	0.0158558
4 - 9	*	-2.02	0.0158558
4 - 10	*	-0.57	0.0158558
5 - 6	*	0.576667	0.0158558
5 - 7	*	-0.196667	0.0158558
5 - 8	*	-0.21	0.0158558
5 - 9	*	-0.58	0.0158558
5 - 10	*	0.87	0.0158558
6 - 7	*	-0.773333	0.0158558
6 - 8	*	-0.786667	0.0158558
6 - 9	*	-1.15667	0.0158558
6 - 10	*	0.293333	0.0158558
7 - 8	*	-0.0133333	0.0158558
7 - 9	*	-0.383333	0.0158558
7 - 10	*	1.06667	0.0158558
8 - 9	*	-0.37	0.0158558
8 - 10	*	1.08	0.0158558
9 - 10	*	1.45	0.0158558

* indica una diferencia significativa.

LSD para fosfatos estiaje.

Análisis de varianza para fosfatos en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	16.5449	9	1.83832	110299.22	0.0000
Intra grupos	0.000333333	20	0.0000166667		
Total (Corr.)	16.5452	29			



Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0	A
2	3	0	A
3	3	0.01	B
4	3	0.05	C
5	3	0.17	D
10	3	1.01667	E
6	3	1.31	F
8	3	1.52	G
7	3	1.64	H
9	3	1.86667	I

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0.00695323
1 - 3	*	-0.01	0.00695323
1 - 4	*	-0.05	0.00695323
1 - 5	*	-0.17	0.00695323
1 - 6	*	-1.31	0.00695323
1 - 7	*	-1.64	0.00695323
1 - 8	*	-1.52	0.00695323
1 - 9	*	-1.86667	0.00695323
1 - 10	*	-1.01667	0.00695323
2 - 3	*	-0.01	0.00695323
2 - 4	*	-0.05	0.00695323
2 - 5	*	-0.17	0.00695323
2 - 6	*	-1.31	0.00695323
2 - 7	*	-1.64	0.00695323
2 - 8	*	-1.52	0.00695323
2 - 9	*	-1.86667	0.00695323
2 - 10	*	-1.01667	0.00695323
3 - 4	*	-0.04	0.00695323
3 - 5	*	-0.16	0.00695323
3 - 6	*	-1.3	0.00695323
3 - 7	*	-1.63	0.00695323
3 - 8	*	-1.51	0.00695323
3 - 9	*	-1.85667	0.00695323
3 - 10	*	-1.00667	0.00695323
4 - 5	*	-0.12	0.00695323
4 - 6	*	-1.26	0.00695323
4 - 7	*	-1.59	0.00695323
4 - 8	*	-1.47	0.00695323
4 - 9	*	-1.81667	0.00695323
4 - 10	*	-0.96667	0.00695323
5 - 6	*	-1.14	0.00695323
5 - 7	*	-1.47	0.00695323
5 - 8	*	-1.35	0.00695323
5 - 9	*	-1.69667	0.00695323
5 - 10	*	-0.84667	0.00695323
6 - 7	*	-0.33	0.00695323
6 - 8	*	-0.21	0.00695323
6 - 9	*	-0.55667	0.00695323
6 - 10	*	0.293333	0.00695323
7 - 8	*	0.12	0.00695323
7 - 9	*	-0.22667	0.00695323
7 - 10	*	0.623333	0.00695323
8 - 9	*	-0.34667	0.00695323
8 - 10	*	0.503333	0.00695323
9 - 10	*	0.85	0.00695323

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para fosfatos por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.04418	1	0.04418	0.07	0.7974
Intra grupos	11.7141	18	0.650783		
Total (Corr.)	11.7583	19			



Anexo 19. Anova y LSD para temperatura avenida y estiaje.

Análisis de varianza para temperatura en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	189.931	9	21.1035	1550.59	0.0000
Intra grupos	0.2722	20	0.01361		
Total (Corr.)	190.204	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	9.8	A
2	3	10.0	B
4	3	10.17	B
3	3	10.5	C
5	3	11.4067	D
6	3	12.92	E
7	3	14.08	F
8	3	15.5733	G
9	3	15.7467	G
10	3	16.6	H

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0.2	0.198697
1 - 3	*	-0.7	0.198697
1 - 4	*	-0.37	0.198697
1 - 5	*	-1.60667	0.198697
1 - 6	*	-3.12	0.198697
1 - 7	*	-4.28	0.198697
1 - 8	*	-5.77333	0.198697
1 - 9	*	-5.94667	0.198697
1 - 10	*	-6.8	0.198697
2 - 3	*	-0.5	0.198697
2 - 4	*	-0.17	0.198697
2 - 5	*	-1.40667	0.198697
2 - 6	*	-2.92	0.198697
2 - 7	*	-4.08	0.198697
2 - 8	*	-5.57333	0.198697
2 - 9	*	-5.74667	0.198697
2 - 10	*	-6.6	0.198697
3 - 4	*	0.33	0.198697
3 - 5	*	-0.906667	0.198697
3 - 6	*	-2.42	0.198697
3 - 7	*	-3.58	0.198697
3 - 8	*	-5.07333	0.198697
3 - 9	*	-5.24667	0.198697
3 - 10	*	-6.1	0.198697
4 - 5	*	-1.23667	0.198697
4 - 6	*	-2.75	0.198697
4 - 7	*	-3.91	0.198697
4 - 8	*	-5.40333	0.198697
4 - 9	*	-5.57667	0.198697
4 - 10	*	-6.43	0.198697
5 - 6	*	-1.51333	0.198697
5 - 7	*	-2.67333	0.198697
5 - 8	*	-4.16667	0.198697
5 - 9	*	-4.34	0.198697
5 - 10	*	-5.19333	0.198697
6 - 7	*	-1.16	0.198697
6 - 8	*	-2.65333	0.198697
6 - 9	*	-2.82667	0.198697
6 - 10	*	-3.68	0.198697
7 - 8	*	-1.49333	0.198697
7 - 9	*	-1.66667	0.198697
7 - 10	*	-2.52	0.198697
8 - 9	*	-0.173333	0.198697
8 - 10	*	-1.02667	0.198697
9 - 10	*	-0.853333	0.198697

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para temperatura en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	832.655	9	92.5173	957075.23	0.0000
Intra grupos	0.00193333	20	0.0000966667		
Total (Corr.)	832.657	29			



LSD para temperatura estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	10.01	A
2	3	10.01	A
3	3	10.72	B
4	3	10.86	C
10	3	19.1333	I
5	3	19.22	D
9	3	20.58	H
7	3	21.24	F
6	3	22.2833	E
8	3	22.95	G

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0.0167456
1 - 3	*	-0.71	0.0167456
1 - 4	*	-0.85	0.0167456
1 - 5	*	-9.21	0.0167456
1 - 6	*	-12.2733	0.0167456
1 - 7	*	-11.23	0.0167456
1 - 8	*	-12.94	0.0167456
1 - 9	*	-10.57	0.0167456
1 - 10	*	-9.12333	0.0167456
2 - 3	*	-0.71	0.0167456
2 - 4	*	-0.85	0.0167456
2 - 5	*	-9.21	0.0167456
2 - 6	*	-12.2733	0.0167456
2 - 7	*	-11.23	0.0167456
2 - 8	*	-12.94	0.0167456
2 - 9	*	-10.57	0.0167456
2 - 10	*	-9.12333	0.0167456
3 - 4	*	-0.14	0.0167456
3 - 5	*	-8.5	0.0167456
3 - 6	*	-11.5633	0.0167456
3 - 7	*	-10.52	0.0167456
3 - 8	*	-12.23	0.0167456
3 - 9	*	-9.86	0.0167456
3 - 10	*	-8.41333	0.0167456
4 - 5	*	-8.36	0.0167456
4 - 6	*	-11.4233	0.0167456
4 - 7	*	-10.38	0.0167456
4 - 8	*	-12.09	0.0167456
4 - 9	*	-9.72	0.0167456
4 - 10	*	-8.27333	0.0167456
5 - 6	*	-3.06333	0.0167456
5 - 7	*	-2.02	0.0167456
5 - 8	*	-3.73	0.0167456
5 - 9	*	-1.36	0.0167456
5 - 10	*	0.0866667	0.0167456
6 - 7	*	1.04333	0.0167456
6 - 8	*	-0.666667	0.0167456
6 - 9	*	1.70333	0.0167456
6 - 10	*	3.15	0.0167456
7 - 8	*	-1.71	0.0167456
7 - 9	*	0.66	0.0167456
7 - 10	*	2.10667	0.0167456
8 - 9	*	2.37	0.0167456
8 - 10	*	3.81667	0.0167456
9 - 10	*	1.44667	0.0167456

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para temperatura por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	82.5805	1	82.5805	4.44	0.0495
Intra grupos	335.089	18	18.616		
Total (Corr.)	417.669	19			



Anexo 20. Anova y LSD para turbidez avenida y estiaje.

Análisis de varianza para turbidez en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	65720.6	9	7302.29	6889.56	0.0000
Intra grupos	21.1981	20	1.05991		
Total (Corr.)	65741.8	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0.5	A
2	3	1.4	AB
3	3	2.3	B
4	3	4.26667	C
5	3	11.2667	D
6	3	23.7	E
7	3	29.4333	F
8	3	66.0667	G
9	3	99.9	H
10	3	143.533	I

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.9	1.75346
1 - 3	*	-1.8	1.75346
1 - 4	*	-3.76667	1.75346
1 - 5	*	-10.7667	1.75346
1 - 6	*	-23.2	1.75346
1 - 7	*	-28.9333	1.75346
1 - 8	*	-65.5667	1.75346
1 - 9	*	-99.4	1.75346
1 - 10	*	-143.033	1.75346
2 - 3		-0.9	1.75346
2 - 4	*	-2.86667	1.75346
2 - 5	*	-9.86667	1.75346
2 - 6	*	-22.3	1.75346
2 - 7	*	-28.0333	1.75346
2 - 8	*	-64.6667	1.75346
2 - 9	*	-98.5	1.75346
2 - 10	*	-142.133	1.75346
3 - 4	*	-1.96667	1.75346
3 - 5	*	-8.96667	1.75346
3 - 6	*	-21.4	1.75346
3 - 7	*	-27.1333	1.75346
3 - 8	*	-63.7667	1.75346
3 - 9	*	-97.6	1.75346
3 - 10	*	-141.233	1.75346
4 - 5	*	-7.0	1.75346
4 - 6	*	-19.4333	1.75346
4 - 7	*	-25.1667	1.75346
4 - 8	*	-61.8	1.75346
4 - 9	*	-95.6333	1.75346
4 - 10	*	-139.267	1.75346
5 - 6	*	-12.4333	1.75346
5 - 7	*	-18.1667	1.75346
5 - 8	*	-54.8	1.75346
5 - 9	*	-88.6333	1.75346
5 - 10	*	-132.267	1.75346
6 - 7	*	-5.73333	1.75346
6 - 8	*	-42.3667	1.75346
6 - 9	*	-76.2	1.75346
6 - 10	*	-119.833	1.75346
7 - 8	*	-36.6333	1.75346
7 - 9	*	-70.4667	1.75346
7 - 10	*	-114.1	1.75346
8 - 9	*	-33.8333	1.75346
8 - 10	*	-77.4667	1.75346
9 - 10	*	-43.6333	1.75346

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para turbidez en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	11423.3	9	1269.25	1243.89	0.0000
Intra grupos	20.4079	20	1.02039		
Total (Corr.)	11443.7	29			



LSD para turbidez estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0.05	A
2	3	0.09	A
3	3	0.12	A
4	3	0.2	A
7	3	15.4	D
5	3	17.5667	B
10	3	24.3333	G
6	3	28.7667	C
9	3	37.9667	F
8	3	62.4	E

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.04	1.72046
1 - 3		-0.07	1.72046
1 - 4		-0.15	1.72046
1 - 5	*	-17.5167	1.72046
1 - 6	*	-28.7167	1.72046
1 - 7	*	-15.35	1.72046
1 - 8	*	-62.35	1.72046
1 - 9	*	-37.9167	1.72046
1 - 10	*	-24.2833	1.72046
2 - 3		-0.03	1.72046
2 - 4		-0.11	1.72046
2 - 5	*	-17.4767	1.72046
2 - 6	*	-28.6767	1.72046
2 - 7	*	-15.31	1.72046
2 - 8	*	-62.31	1.72046
2 - 9	*	-37.8767	1.72046
2 - 10	*	-24.2433	1.72046
3 - 4		-0.08	1.72046
3 - 5	*	-17.4467	1.72046
3 - 6	*	-28.6467	1.72046
3 - 7	*	-15.28	1.72046
3 - 8	*	-62.28	1.72046
3 - 9	*	-37.8467	1.72046
3 - 10	*	-24.2133	1.72046
4 - 5	*	-17.3667	1.72046
4 - 6	*	-28.5667	1.72046
4 - 7	*	-15.2	1.72046
4 - 8	*	-62.2	1.72046
4 - 9	*	-37.7667	1.72046
4 - 10	*	-24.1333	1.72046
5 - 6	*	-11.2	1.72046
5 - 7	*	2.16667	1.72046
5 - 8	*	-44.8333	1.72046
5 - 9	*	-20.4	1.72046
5 - 10	*	-6.76667	1.72046
6 - 7	*	13.3667	1.72046
6 - 8	*	-33.6333	1.72046
6 - 9	*	-9.2	1.72046
6 - 10	*	4.43333	1.72046
7 - 8	*	-47.0	1.72046
7 - 9	*	-22.5667	1.72046
7 - 10	*	-8.93333	1.72046
8 - 9	*	24.4333	1.72046
8 - 10	*	38.0667	1.72046
9 - 10	*	13.6333	1.72046

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para turbidez por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1913.55	1	1913.55	1.34	0.2622
Intra grupos	25705.3	18	1428.07		
Total (Corr.)	27618.9	19			



Anexo 21. Anova y LSD para STD avenida y estiaje.

Análisis de varianza para STD en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	81324.5	9	9036.06	4301.52	0.0000
Intra grupos	42.0133	20	2.10067		
Total (Corr.)	81366.5	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	12.0	A
2	3	15.0	B
3	3	19.0	C
4	3	22.0	D
5	3	25.6667	E
6	3	43.3333	F
7	3	56.3333	G
8	3	76.6667	H
9	3	139.333	I
10	3	168.0	J

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-3.0	2.46854
1 - 3	*	-7.0	2.46854
1 - 4	*	-10.0	2.46854
1 - 5	*	-13.6667	2.46854
1 - 6	*	-31.3333	2.46854
1 - 7	*	-44.3333	2.46854
1 - 8	*	-64.6667	2.46854
1 - 9	*	-127.333	2.46854
1 - 10	*	-156.0	2.46854
2 - 3	*	-4.0	2.46854
2 - 4	*	-7.0	2.46854
2 - 5	*	-10.6667	2.46854
2 - 6	*	-28.3333	2.46854
2 - 7	*	-41.3333	2.46854
2 - 8	*	-61.6667	2.46854
2 - 9	*	-124.333	2.46854
2 - 10	*	-153.0	2.46854
3 - 4	*	-3.0	2.46854
3 - 5	*	-6.66667	2.46854
3 - 6	*	-24.3333	2.46854
3 - 7	*	-37.3333	2.46854
3 - 8	*	-57.6667	2.46854
3 - 9	*	-120.333	2.46854
3 - 10	*	-149.0	2.46854
4 - 5	*	-3.66667	2.46854
4 - 6	*	-21.3333	2.46854
4 - 7	*	-34.3333	2.46854
4 - 8	*	-54.6667	2.46854
4 - 9	*	-117.333	2.46854
4 - 10	*	-146.0	2.46854
5 - 6	*	-17.6667	2.46854
5 - 7	*	-30.6667	2.46854
5 - 8	*	-51.0	2.46854
5 - 9	*	-113.667	2.46854
5 - 10	*	-142.333	2.46854
6 - 7	*	-13.0	2.46854
6 - 8	*	-33.3333	2.46854
6 - 9	*	-96.0	2.46854
6 - 10	*	-124.667	2.46854
7 - 8	*	-20.3333	2.46854
7 - 9	*	-83.0	2.46854
7 - 10	*	-111.667	2.46854
8 - 9	*	-62.6667	2.46854
8 - 10	*	-91.3333	2.46854
9 - 10	*	-28.6667	2.46854

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para STD en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	826434.	9	91826.0	169316.55	0.0000
Intra grupos	10.8467	20	0.542333		
Total (Corr.)	826445.	29			



LSD para STD estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	26.0	A
2	3	30.0	B
3	3	42.1	C
4	3	52.6667	D
5	3	107.0	E
6	3	217.0	F
7	3	234.0	G
8	3	402.0	H
9	3	434.0	I
10	3	453.0	J

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-4.0	1.25428
1 - 3	*	-16.1	1.25428
1 - 4	*	-26.6667	1.25428
1 - 5	*	-81.0	1.25428
1 - 6	*	-191.0	1.25428
1 - 7	*	-208.0	1.25428
1 - 8	*	-376.0	1.25428
1 - 9	*	-408.0	1.25428
1 - 10	*	-427.0	1.25428
2 - 3	*	-12.1	1.25428
2 - 4	*	-22.6667	1.25428
2 - 5	*	-77.0	1.25428
2 - 6	*	-187.0	1.25428
2 - 7	*	-204.0	1.25428
2 - 8	*	-372.0	1.25428
2 - 9	*	-404.0	1.25428
2 - 10	*	-423.0	1.25428
3 - 4	*	-10.5667	1.25428
3 - 5	*	-64.9	1.25428
3 - 6	*	-174.9	1.25428
3 - 7	*	-191.9	1.25428
3 - 8	*	-359.9	1.25428
3 - 9	*	-391.9	1.25428
3 - 10	*	-410.9	1.25428
4 - 5	*	-54.3333	1.25428
4 - 6	*	-164.333	1.25428
4 - 7	*	-181.333	1.25428
4 - 8	*	-349.333	1.25428
4 - 9	*	-381.333	1.25428
4 - 10	*	-400.333	1.25428
5 - 6	*	-110.0	1.25428
5 - 7	*	-127.0	1.25428
5 - 8	*	-295.0	1.25428
5 - 9	*	-327.0	1.25428
5 - 10	*	-346.0	1.25428
6 - 7	*	-17.0	1.25428
6 - 8	*	-185.0	1.25428
6 - 9	*	-217.0	1.25428
6 - 10	*	-236.0	1.25428
7 - 8	*	-168.0	1.25428
7 - 9	*	-200.0	1.25428
7 - 10	*	-219.0	1.25428
8 - 9	*	-32.0	1.25428
8 - 10	*	-51.0	1.25428
9 - 10	*	-19.0	1.25428

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para STD por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	100882.	1	100882	6.00	0.0248
Intra grupos	302585.	18	16810.3		
Total (Corr.)	403467.	19			



Anexo 22. Anova y LSD para alcalinidad avenida y estiaje.

Análisis de varianza para alcalinidad en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	11240.9	9	1248.98	3858.74	0.0000
Intra grupos	6.47353	20	0.323677		
Total (Corr.)	11247.3	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0.87	A
2	3	1.2	A
3	3	2.56	B
4	3	3.13333	B
5	3	20.2667	C
6	3	26.7	D
7	3	33.4667	E
8	3	36.0	F
9	3	43.7333	G
10	3	58.2333	H

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.33	0.968986
1 - 3	*	-1.69	0.968986
1 - 4	*	-2.26333	0.968986
1 - 5	*	-19.3967	0.968986
1 - 6	*	-25.83	0.968986
1 - 7	*	-32.5967	0.968986
1 - 8	*	-35.13	0.968986
1 - 9	*	-42.8633	0.968986
1 - 10	*	-57.3633	0.968986
2 - 3	*	-1.36	0.968986
2 - 4	*	-1.93333	0.968986
2 - 5	*	-19.0667	0.968986
2 - 6	*	-25.5	0.968986
2 - 7	*	-32.2667	0.968986
2 - 8	*	-34.8	0.968986
2 - 9	*	-42.5333	0.968986
2 - 10	*	-57.0333	0.968986
3 - 4		-0.573333	0.968986
3 - 5	*	-17.7067	0.968986
3 - 6	*	-24.14	0.968986
3 - 7	*	-30.9067	0.968986
3 - 8	*	-33.44	0.968986
3 - 9	*	-41.1733	0.968986
3 - 10	*	-55.6733	0.968986
4 - 5	*	-17.1333	0.968986
4 - 6	*	-23.5667	0.968986
4 - 7	*	-30.3333	0.968986
4 - 8	*	-32.8667	0.968986
4 - 9	*	-40.6	0.968986
4 - 10	*	-55.1	0.968986
5 - 6	*	-6.43333	0.968986
5 - 7	*	-13.2	0.968986
5 - 8	*	-15.7333	0.968986
5 - 9	*	-23.4667	0.968986
5 - 10	*	-37.9667	0.968986
6 - 7	*	-6.76667	0.968986
6 - 8	*	-9.3	0.968986
6 - 9	*	-17.0333	0.968986
6 - 10	*	-31.5333	0.968986
7 - 8	*	-2.53333	0.968986
7 - 9	*	-10.2667	0.968986
7 - 10	*	-24.7667	0.968986
8 - 9	*	-7.73333	0.968986
8 - 10	*	-22.2333	0.968986
9 - 10	*	-14.5	0.968986

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para alcalinidad en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8088.92	9	898.769	4372.08	0.0000
Intra grupos	4.1114	20	0.20557		
Total (Corr.)	8093.03	29			



LSD para alcalinidad estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	3.1	A
2	3	4.52	B
3	3	7.36	C
4	3	9.4	D
5	3	19.4667	E
6	3	24.4667	F
7	3	28.0667	G
8	3	35.5333	H
9	3	48.2667	I
10	3	49.3333	J

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-1.42	0.772221
1 - 3	*	-4.26	0.772221
1 - 4	*	-6.3	0.772221
1 - 5	*	-16.3667	0.772221
1 - 6	*	-21.3667	0.772221
1 - 7	*	-24.9667	0.772221
1 - 8	*	-32.4333	0.772221
1 - 9	*	-45.1667	0.772221
1 - 10	*	-46.2333	0.772221
2 - 3	*	-2.84	0.772221
2 - 4	*	-4.88	0.772221
2 - 5	*	-14.9467	0.772221
2 - 6	*	-19.9467	0.772221
2 - 7	*	-23.5467	0.772221
2 - 8	*	-31.0133	0.772221
2 - 9	*	-43.7467	0.772221
2 - 10	*	-44.8133	0.772221
3 - 4	*	-2.04	0.772221
3 - 5	*	-12.1067	0.772221
3 - 6	*	-17.1067	0.772221
3 - 7	*	-20.7067	0.772221
3 - 8	*	-28.1733	0.772221
3 - 9	*	-40.9067	0.772221
3 - 10	*	-41.9733	0.772221
4 - 5	*	-10.0667	0.772221
4 - 6	*	-15.0667	0.772221
4 - 7	*	-18.6667	0.772221
4 - 8	*	-26.1333	0.772221
4 - 9	*	-38.8667	0.772221
4 - 10	*	-39.9333	0.772221
5 - 6	*	-5.0	0.772221
5 - 7	*	-8.6	0.772221
5 - 8	*	-16.0667	0.772221
5 - 9	*	-28.8	0.772221
5 - 10	*	-29.8667	0.772221
6 - 7	*	-3.6	0.772221
6 - 8	*	-11.0667	0.772221
6 - 9	*	-23.8	0.772221
6 - 10	*	-24.8667	0.772221
7 - 8	*	-7.46667	0.772221
7 - 9	*	-20.2	0.772221
7 - 10	*	-21.2667	0.772221
8 - 9	*	-12.7333	0.772221
8 - 10	*	-13.8	0.772221
9 - 10	*	-1.06667	0.772221

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para alcalinidad por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.56448	1	0.56448	0.00	0.9688
Intra grupos	6443.0	18	357.944		
Total (Corr.)	6443.56	19			



Anexo 23. Anova y LSD para dureza avenida y estiaje.

Análisis de varianza para dureza en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	114391.	9	12710.2	8718.83	0.0000
Intra grupos	29.1557	20	1.45778		
Total (Corr.)	114421.	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	3.21	A
2	3	4.32	A
3	3	5.02	AB
4	3	6.96667	B
5	3	44.0667	C
6	3	80.8	D
9	3	100.667	E
7	3	101.367	E
8	3	109.1	F
10	3	200.8	G

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-1.11	2.0564
1 - 3		-1.81	2.0564
1 - 4	*	-3.75667	2.0564
1 - 5	*	-40.8567	2.0564
1 - 6	*	-77.59	2.0564
1 - 7	*	-98.1567	2.0564
1 - 8	*	-105.89	2.0564
1 - 9	*	-97.4567	2.0564
1 - 10	*	-197.59	2.0564
2 - 3		-0.7	2.0564
2 - 4	*	-2.64667	2.0564
2 - 5	*	-39.7467	2.0564
2 - 6	*	-76.48	2.0564
2 - 7	*	-97.0467	2.0564
2 - 8	*	-104.78	2.0564
2 - 9	*	-96.3467	2.0564
2 - 10	*	-196.48	2.0564
3 - 4		-1.94667	2.0564
3 - 5	*	-39.0467	2.0564
3 - 6	*	-75.78	2.0564
3 - 7	*	-96.3467	2.0564
3 - 8	*	-104.08	2.0564
3 - 9	*	-95.6467	2.0564
3 - 10	*	-195.78	2.0564
4 - 5	*	-37.1	2.0564
4 - 6	*	-73.8333	2.0564
4 - 7	*	-94.4	2.0564
4 - 8	*	-102.133	2.0564
4 - 9	*	-93.7	2.0564
4 - 10	*	-193.833	2.0564
5 - 6	*	-36.7333	2.0564
5 - 7	*	-57.3	2.0564
5 - 8	*	-65.0333	2.0564
5 - 9	*	-56.6	2.0564
5 - 10	*	-156.733	2.0564
6 - 7	*	-20.5667	2.0564
6 - 8	*	-28.3	2.0564
6 - 9	*	-19.8667	2.0564
6 - 10	*	-120.0	2.0564
7 - 8	*	-7.73333	2.0564
7 - 9		0.7	2.0564
7 - 10	*	-99.4333	2.0564
8 - 9	*	8.43333	2.0564
8 - 10	*	-91.7	2.0564
9 - 10	*	-100.133	2.0564

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para dureza en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	77598.4	9	8622.04	9234.60	0.0000
Intra grupos	18.6733	20	0.933667		
Total (Corr.)	77617.0	29			

LSD para dureza estiaje.



Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	11.4	A
2	3	13.2	B
3	3	18.6	C
4	3	20.3333	D
5	3	42.3	E
6	3	74.1667	F
7	3	85.7333	G
8	3	107.633	H
9	3	112.6	I
10	3	170.133	J

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-1.8	1.64573
1 - 3	*	-7.2	1.64573
1 - 4	*	-8.93333	1.64573
1 - 5	*	-30.9	1.64573
1 - 6	*	-62.7667	1.64573
1 - 7	*	-74.3333	1.64573
1 - 8	*	-96.2333	1.64573
1 - 9	*	-101.2	1.64573
1 - 10	*	-158.733	1.64573
2 - 3	*	-5.4	1.64573
2 - 4	*	-7.13333	1.64573
2 - 5	*	-29.1	1.64573
2 - 6	*	-60.9667	1.64573
2 - 7	*	-72.5333	1.64573
2 - 8	*	-94.4333	1.64573
2 - 9	*	-99.4	1.64573
2 - 10	*	-156.933	1.64573
3 - 4	*	-1.73333	1.64573
3 - 5	*	-23.7	1.64573
3 - 6	*	-55.5667	1.64573
3 - 7	*	-67.1333	1.64573
3 - 8	*	-89.0333	1.64573
3 - 9	*	-94.0	1.64573
3 - 10	*	-151.533	1.64573
4 - 5	*	-21.9667	1.64573
4 - 6	*	-53.8333	1.64573
4 - 7	*	-65.4	1.64573
4 - 8	*	-87.3	1.64573
4 - 9	*	-92.2667	1.64573
4 - 10	*	-149.8	1.64573
5 - 6	*	-31.8667	1.64573
5 - 7	*	-43.4333	1.64573
5 - 8	*	-65.3333	1.64573
5 - 9	*	-70.3	1.64573
5 - 10	*	-127.833	1.64573
6 - 7	*	-11.5667	1.64573
6 - 8	*	-33.4667	1.64573
6 - 9	*	-38.4333	1.64573
6 - 10	*	-95.9667	1.64573
7 - 8	*	-21.9	1.64573
7 - 9	*	-26.8667	1.64573
7 - 10	*	-84.4	1.64573
8 - 9	*	-4.96667	1.64573
8 - 10	*	-62.5	1.64573
9 - 10	*	-57.5333	1.64573

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para dureza por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00288	1	0.00288	0.00	0.9993
Intra grupos	63995.8	18	3555.32		
Total (Corr.)	63995.8	19			



Anexo 24. Anova y LSD para pH avenida y estiaje.

Análisis de varianza para pH en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.23742	9	0.693046	52.86	0.0000
Intra grupos	0.2622	20	0.01311		
Total (Corr.)	6.49962	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	7.0	A
2	3	7.1	A
3	3	7.38	B
4	3	7.64667	C
5	3	7.76333	CD
8	3	7.86667	DF
9	3	8.02333	FE
7	3	8.10333	E
6	3	8.10333	E
10	3	8.53	G

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.1	0.195013
1 - 3	*	-0.38	0.195013
1 - 4	*	-0.646667	0.195013
1 - 5	*	-0.763333	0.195013
1 - 6	*	-1.10333	0.195013
1 - 7	*	-1.10333	0.195013
1 - 8	*	-0.866667	0.195013
1 - 9	*	-1.02333	0.195013
1 - 10	*	-1.53	0.195013
2 - 3	*	-0.28	0.195013
2 - 4	*	-0.546667	0.195013
2 - 5	*	-0.663333	0.195013
2 - 6	*	-1.00333	0.195013
2 - 7	*	-1.00333	0.195013
2 - 8	*	-0.766667	0.195013
2 - 9	*	-0.923333	0.195013
2 - 10	*	-1.43	0.195013
3 - 4	*	-0.266667	0.195013
3 - 5	*	-0.383333	0.195013
3 - 6	*	-0.723333	0.195013
3 - 7	*	-0.723333	0.195013
3 - 8	*	-0.486667	0.195013
3 - 9	*	-0.643333	0.195013
3 - 10	*	-1.15	0.195013
4 - 5	*	-0.116667	0.195013
4 - 6	*	-0.456667	0.195013
4 - 7	*	-0.456667	0.195013
4 - 8	*	-0.22	0.195013
4 - 9	*	-0.376667	0.195013
4 - 10	*	-0.883333	0.195013
5 - 6	*	-0.34	0.195013
5 - 7	*	-0.34	0.195013
5 - 8	*	-0.103333	0.195013
5 - 9	*	-0.26	0.195013
5 - 10	*	-0.766667	0.195013
6 - 7		0	0.195013
6 - 8	*	0.236667	0.195013
6 - 9		0.08	0.195013
6 - 10	*	-0.426667	0.195013
7 - 8	*	0.236667	0.195013
7 - 9		0.08	0.195013
7 - 10	*	-0.426667	0.195013
8 - 9		-0.156667	0.195013
8 - 10	*	-0.663333	0.195013
9 - 10	*	-0.506667	0.195013

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para pH en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	10.3643	9	1.15159	6060.98	0.0000
Intra grupos	0.0038	20	0.00019		
Total (Corr.)	10.3681	29			



LSD para pH estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	7.4	A
8	3	7.51	G
9	3	7.59667	B
2	3	7.6	B
3	3	7.8	C
6	3	7.97667	F
7	3	8.43667	D
4	3	8.46	D
10	3	8.61	H
5	3	9.33	E

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0.2	0.0234768
1 - 3	*	-0.4	0.0234768
1 - 4	*	-1.06	0.0234768
1 - 5	*	-1.93	0.0234768
1 - 6	*	-0.576667	0.0234768
1 - 7	*	-1.03667	0.0234768
1 - 8	*	-0.11	0.0234768
1 - 9	*	-0.196667	0.0234768
1 - 10	*	-1.21	0.0234768
2 - 3	*	-0.2	0.0234768
2 - 4	*	-0.86	0.0234768
2 - 5	*	-1.73	0.0234768
2 - 6	*	-0.376667	0.0234768
2 - 7	*	-0.836667	0.0234768
2 - 8	*	0.09	0.0234768
2 - 9	*	0.00333333	0.0234768
2 - 10	*	-1.01	0.0234768
3 - 4	*	-0.66	0.0234768
3 - 5	*	-1.53	0.0234768
3 - 6	*	-0.176667	0.0234768
3 - 7	*	-0.636667	0.0234768
3 - 8	*	0.29	0.0234768
3 - 9	*	0.203333	0.0234768
3 - 10	*	-0.81	0.0234768
4 - 5	*	-0.87	0.0234768
4 - 6	*	0.483333	0.0234768
4 - 7	*	0.0233333	0.0234768
4 - 8	*	0.95	0.0234768
4 - 9	*	0.863333	0.0234768
4 - 10	*	-0.15	0.0234768
5 - 6	*	1.35333	0.0234768
5 - 7	*	0.893333	0.0234768
5 - 8	*	1.82	0.0234768
5 - 9	*	1.73333	0.0234768
5 - 10	*	0.72	0.0234768
6 - 7	*	-0.46	0.0234768
6 - 8	*	0.466667	0.0234768
6 - 9	*	0.38	0.0234768
6 - 10	*	-0.633333	0.0234768
7 - 8	*	0.926667	0.0234768
7 - 9	*	0.84	0.0234768
7 - 10	*	-0.173333	0.0234768
8 - 9	*	-0.0866667	0.0234768
8 - 10	*	-1.1	0.0234768
9 - 10	*	-1.01333	0.0234768

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para pH por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.51842	1	0.51842	1.69	0.2102
Intra grupos	5.5261	18	0.307006		
Total (Corr.)	6.04452	19			



Anexo 25. Anova y LSD para conductividad avenida y estiaje.

Análisis de varianza para conductividad en temporada de avenida.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	325759.	9	36195.5	13168.40	0.0000
Intra grupos	54.9732	20	2.74866		
Total (Corr.)	325814.	29			

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	25.4	A
2	3	29.3	B
3	3	37.18	C
4	3	44.6667	D
5	3	51.3333	E
6	3	86.3333	F
7	3	108.333	G
8	3	154.333	H
9	3	277.667	I
10	3	337.0	J

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-3.9	2.82373
1 - 3	*	-11.78	2.82373
1 - 4	*	-19.2667	2.82373
1 - 5	*	-25.9333	2.82373
1 - 6	*	-60.9333	2.82373
1 - 7	*	-82.9333	2.82373
1 - 8	*	-128.933	2.82373
1 - 9	*	-252.267	2.82373
1 - 10	*	-311.6	2.82373
2 - 3	*	-7.88	2.82373
2 - 4	*	-15.3667	2.82373
2 - 5	*	-22.0333	2.82373
2 - 6	*	-57.0333	2.82373
2 - 7	*	-79.0333	2.82373
2 - 8	*	-125.033	2.82373
2 - 9	*	-248.367	2.82373
2 - 10	*	-307.7	2.82373
3 - 4	*	-7.48667	2.82373
3 - 5	*	-14.1533	2.82373
3 - 6	*	-49.1533	2.82373
3 - 7	*	-71.1533	2.82373
3 - 8	*	-117.153	2.82373
3 - 9	*	-240.487	2.82373
3 - 10	*	-299.82	2.82373
4 - 5	*	-6.66667	2.82373
4 - 6	*	-41.6667	2.82373
4 - 7	*	-63.6667	2.82373
4 - 8	*	-109.667	2.82373
4 - 9	*	-233.0	2.82373
4 - 10	*	-292.333	2.82373
5 - 6	*	-35.0	2.82373
5 - 7	*	-57.0	2.82373
5 - 8	*	-103.0	2.82373
5 - 9	*	-226.333	2.82373
5 - 10	*	-285.667	2.82373
6 - 7	*	-22.0	2.82373
6 - 8	*	-68.0	2.82373
6 - 9	*	-191.333	2.82373
6 - 10	*	-250.667	2.82373
7 - 8	*	-46.0	2.82373
7 - 9	*	-169.333	2.82373
7 - 10	*	-228.667	2.82373
8 - 9	*	-123.333	2.82373
8 - 10	*	-182.667	2.82373
9 - 10	*	-59.3333	2.82373

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para conductividad en temporada de estiaje.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.24738E6	9	360820.	131296.17	0.0000
Intra grupos	54.9627	20	2.74814		
Total (Corr.)	3.24743E6	29			



LSD para conductividad estiaje.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Avenida	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	60.01	A
2	3	79.73	B
3	3	85.62	C
4	3	105.333	D
5	3	214.0	E
6	3	434.333	F
7	3	468.0	G
8	3	803.667	H
9	3	868.667	I
10	3	905.667	J

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-19.72	2.82346
1 - 3	*	-25.61	2.82346
1 - 4	*	-45.3233	2.82346
1 - 5	*	-153.99	2.82346
1 - 6	*	-374.323	2.82346
1 - 7	*	-407.99	2.82346
1 - 8	*	-743.657	2.82346
1 - 9	*	-808.657	2.82346
1 - 10	*	-845.657	2.82346
2 - 3	*	-5.89	2.82346
2 - 4	*	-25.6033	2.82346
2 - 5	*	-134.27	2.82346
2 - 6	*	-354.603	2.82346
2 - 7	*	-388.27	2.82346
2 - 8	*	-723.937	2.82346
2 - 9	*	-788.937	2.82346
2 - 10	*	-825.937	2.82346
3 - 4	*	-19.7133	2.82346
3 - 5	*	-128.38	2.82346
3 - 6	*	-348.713	2.82346
3 - 7	*	-382.38	2.82346
3 - 8	*	-718.047	2.82346
3 - 9	*	-783.047	2.82346
3 - 10	*	-820.047	2.82346
4 - 5	*	-108.667	2.82346
4 - 6	*	-329.0	2.82346
4 - 7	*	-362.667	2.82346
4 - 8	*	-698.333	2.82346
4 - 9	*	-763.333	2.82346
4 - 10	*	-800.333	2.82346
5 - 6	*	-220.333	2.82346
5 - 7	*	-254.0	2.82346
5 - 8	*	-589.667	2.82346
5 - 9	*	-654.667	2.82346
5 - 10	*	-691.667	2.82346
6 - 7	*	-33.6667	2.82346
6 - 8	*	-369.333	2.82346
6 - 9	*	-434.333	2.82346
6 - 10	*	-471.333	2.82346
7 - 8	*	-335.667	2.82346
7 - 9	*	-400.667	2.82346
7 - 10	*	-437.667	2.82346
8 - 9	*	-65.0	2.82346
8 - 10	*	-102.0	2.82346
9 - 10	*	-37.0	2.82346

* indica una diferencia significativa.

Análisis de varianza para conductividad por temporada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	412847.	1	412847.	6.24	0.0224
Intra grupos	1.19106E6	18	66169.9		
Total (Corr.)	1.6039E6	19			



Anexo 26. Correlación para época de lluvia.

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. OD											
2. pH	.08 [-.72, .79]										
3. DBO	.43 [-.48, .89]	.72 [-.08, .95]									
4. T	.32 [-.57, .86]	.74 [-.02, .96]	.91** [.48, .99]								
5. TUR	.37 [-.53, .88]	.77* [.04, .96]	.99** [.94, 1.00]	.89** [.42, .98]							
6. STD	.48 [-.42, .91]	.77* [.04, .96]	.99** [.92, 1.00]	.88** [.39, .98]	.99** [.92, 1.00]						
7. CON	.48 [-.43, .91]	.77* [.03, .96]	.99** [.93, 1.00]	.88** [.38, .98]	.99** [.93, 1.00]	1.00** [1.00, 1.00]					
8. ALC	.30 [-.58, .86]	.86* [.32, .98]	.91** [.48, .99]	.96** [.73, .99]	.92** [.53, .99]	.91** [.51, .99]	.91** [.50, .99]				
9. DUR	.07 [-.72, .78]	.92** [.57, .99]	.86* [.30, .98]	.90** [.48, .99]	.89** [.42, .98]	.86* [.31, .98]	.86* [.30, .98]	.96** [.76, .99]			
10. FOS	.49 [-.42, .91]	-.00 [-.75, .75]	.23 [-.63, .84]	.47 [-.44, .90]	.16 [-.67, .81]	.20 [-.65, .83]	.19 [-.65, .83]	.39 [-.52, .88]	.17 [-.67, .82]		
11. CF	.91** [.49, .99]	.29 [-.59, .86]	.68 [-.16, .95]	.61 [-.27, .93]	.63 [-.23, .94]	.71 [-.09, .95]	.71 [-.10, .95]	.55 [-.34, .92]	.35 [-.55, .87]	.48 [-.43, .91]	
12. CT	.97** [.82, 1.00]	.07 [-.72, .78]	.39 [-.52, .88]	.34 [-.55, .87]	.33 [-.56, .87]	.44 [-.47, .90]	.43 [-.47, .89]	.29 [-.59, .86]	.06 [-.73, .78]	.53 [-.37, .92]	.93** [.59, .99]



Anexo 27. Correlación para época de estiaje.

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. OD											
2. pH	.88** [.37, .98]										
3. DBO	-.73 [-.96, .05]	-.54 [-.92, .35]									
4. T	-.52 [-.91, .38]	-.38 [-.88, .52]	.68 [-.15, .95]								
5. TUR	-.89** [-.98, -.43]	-.70 [-.95, .11]	.62 [-.25, .94]	.74 [-.03, .96]							
6. STD	-.50 [-.91, .40]	-.58 [-.93, .31]	.14 [-.69, .81]	.58 [-.31, .93]	.72 [-.08, .95]						
7. CON	-.50 [-.91, .40]	-.58 [-.93, .31]	.14 [-.69, .81]	.58 [-.31, .93]	.72 [-.08, .95]	1.00** [1.00, 1.00]					
8. ALC	-.31 [-.86, .57]	-.42 [-.89, .49]	-.01 [-.76, .75]	.54 [-.36, .92]	.58 [-.31, .93]	.97** [.80, 1.00]	.97** [.80, 1.00]				
9. DUR	-.24 [-.84, .62]	-.33 [-.87, .57]	.01 [-.75, .76]	.52 [-.39, .91]	.51 [-.39, .91]	.94** [.62, .99]	.94** [.62, .99]	.94** [.64, .99]			
10. FOS	-.57 [-.93, .32]	-.74 [-.96, .03]	.45 [-.46, .90]	.76* [.01, .96]	.64 [-.21, .94]	.75 [-.02, .96]	.75 [-.01, .96]	.70 [-.12, .95]	.61 [-.26, .93]		
11. CF	-.99** [-1.00, -.95]	-.83* [-.97, -.20]	.75 [-.00, .96]	.57 [-.32, .93]	.92** [.54, .99]	.49 [-.42, .91]	.49 [-.42, .91]	.30 [-.58, .86]	.23 [-.63, .84]	.56 [-.34, .92]	
12. CT	-.98** [-1.00, -.87]	-.84* [-.98, -.25]	.64 [-.21, .94]	.54 [-.36, .92]	.93** [.58, .99]	.54 [-.35, .92]	.54 [-.35, .92]	.37 [-.53, .88]	.26 [-.61, .85]	.58 [-.31, .93]	.99** [.90, 1.00]



Panel fotográfico.



Fotografía 1. Punto de muestreo 1 (P1)



Fotografía 2. Punto de muestreo 2 (P2)



Fotografía 3. Punto de muestreo 3 (P3)



Fotografía 4. Punto de muestreo 4 (P4)



Fotografía 5. Punto de muestreo 5 (P5)



Fotografía 6. Punto de muestreo 6 (P6)



Fotografía 7. Punto de muestreo 7 (P7)



Fotografía 8. Punto de muestreo 8 (P8)



Fotografía 9. Punto de muestreo 9 (P9)



Fotografía 10. Punto de muestreo 10 (P10)



Fotografía 11. Recojo de muestras



Fotografía 12. Trabajo en campo



Fotografía 13. Recolección de muestras



Fotografía 14. Análisis en campo



Fotografía 15. Monitoreo con multiparámetro laboratorio



Fotografía 16. Muestras en



Fotografía 17. Análisis en laboratorio



Fotografía 18. Análisis de la DBO