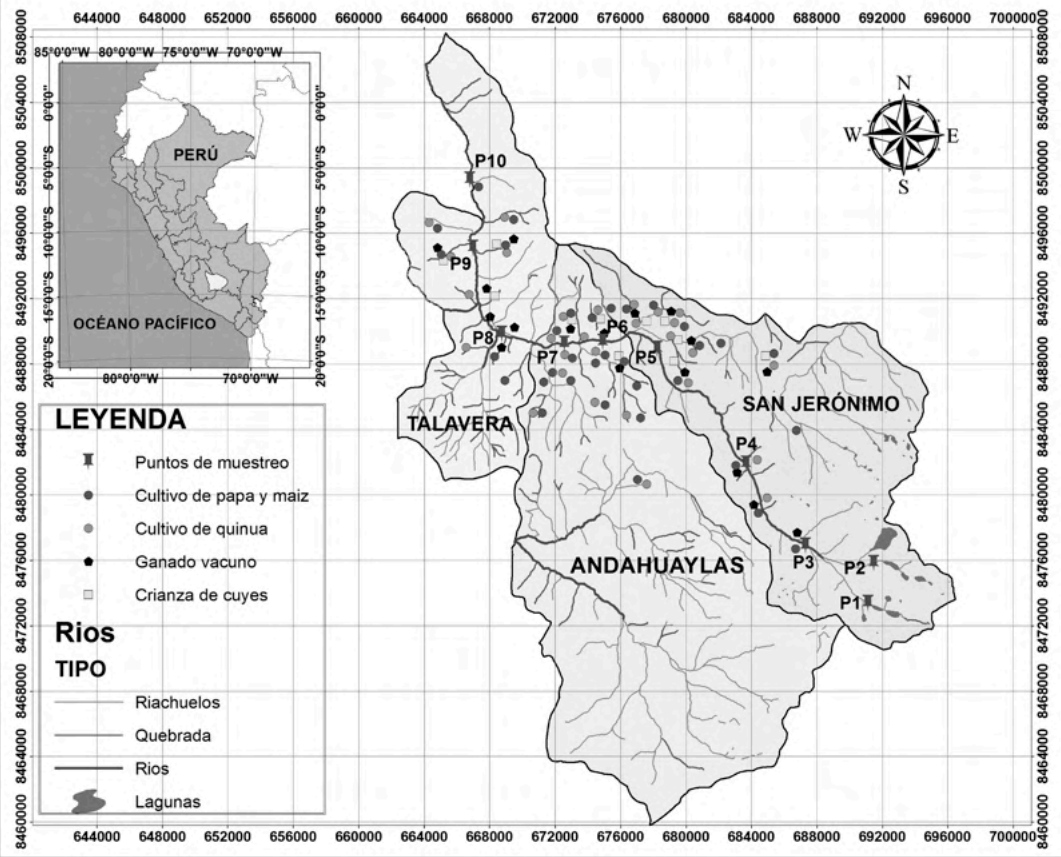


COMPORTAMIENTO ESPACIO-TEMPORAL EN UN RIO ALTOANDINO:

Actividades antrópicas, pesticidas,
propiedades fisicoquímicas
y microbiológicas

Carlos A. Ligarda-Samanez
David Choque-Quispe
Henry Palomino-Rincón
Betsy S. Ramos-Pacheco
Mary L. Huamán-Carrión
Elibet Moscoso-Moscoso
Mirian E. Obregón-Yupanqui
Diego E. Peralta Guevara
Eyner Y. Bravo-Franco
Jimmy Aroni-Huamán



COMPORTAMIENTO ESPACIO-TEMPORAL EN UN RIO ALTOANDINO:

Actividades antrópicas, pesticidas,
propiedades fisicoquímicas
y microbiológicas

Carlos A. Ligarda-Samanez
David Choque-Quispe
Henry Palomino-Rincón
Betsy S. Ramos-Pacheco
Mary L. Huamán-Carrión
Elibet Moscoso-Moscoso
Mirian E. Obregón-Yupanqui
Diego E. Peralta Guevara
Eyner Y. Bravo-Franco
Jimmy Aroni-Huamán

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Comportamiento espacio-temporal en un río altoandino: actividades antrópicas, pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C737 Comportamiento espacio-temporal en un río altoandino: actividades antrópicas, pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas / Carlos A. Ligarda-Samanez, David Choque-Quispe, Henry Palomino-Rincón, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Outros autores

Betsy S. Ramos-Pacheco

Mary L. Huamán-Carrión

Elibet Moscoso-Moscoso

Mirian E. Obregón-Yupanqui

Diego E. Peralta Guevara

Eyner Y. Bravo-Franco

Jimmy Aroni-Huamán

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0476-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.767222208>

1. Impacto ambiental. 2. Actividades antrópicas. 3. Pesticidas. 4. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. I. Ligarda-Samanez, Carlos A. II. Choque-Quispe, David. III. Palomino-Rincón, Henry. IV. Título.

CDD 333.714

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



AGRADECIMENTOS

A la Universidad Nacional José María Arguedas de Andahuaylas, Perú.

A la Vice Presidencia de Investigación de la de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Al Instituto de Investigación de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Al Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO) de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Al Grupo de Investigación en Desarrollo de Materiales Avanzados para el Tratamiento de Aguas y Alimentos (G-LIMTA).

Al Laboratorio de Investigación de Nanotecnología de Alimentos (LINA) de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Al Laboratorio de Investigación de Control y Análisis de Aguas (LICAA) de la Universidad Nacional José María Arguedas.

al Dr. Sandro Froehner, de la Universidad Federal de Paraná, Brasil.

PRÓLOGO

El agua es considerada como uno de los recursos fundamentales para la supervivencia de los seres vivos, la sociedad y los ecosistemas, en especial el agua dulce es el patrimonio más importante y transversal para los seres humanos, su uso abarca todas las actividades económicas y ambientales; es un factor limitante y esencial para el desarrollo de una sociedad, cuyas necesidades se basan en la agricultura, ganadería, energía, recreación, fabricación y otros.

En esta edición se describe la influencia de las actividades antropogénicas que se desarrollan en los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, en los niveles de pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del río Chumbao, recurso hídrico situado en la provincia de Andahuaylas, región Apurímac-Perú, considerado como uno de los principales cuerpos de agua de la zona, es uno de los ecosistemas más influenciados por actividades antrópicas en los últimos años.

En el Capítulo Primero, se muestra los conocimientos teóricos pertinentes al tema de estudio, tomados de artículos científicos de impacto y resultados obtenidos en campo, que fueron sistematizados y ordenados de manera adecuada, lo cual constituye un aporte práctico efectivo para que los investigadores en temas de estudio de cuerpos de agua se aproximen a esta realidad, dicha información es un primer paso para entender a los contaminantes estudiados y su relación con las actividades económicas que desarrollan los pobladores del área de estudio.

En el Capítulo Segundo, se describe el enfoque metodológico que se ha utilizado en esta obra, este acápite constituye un aporte valioso para investigaciones futuras. En el proceso de ejecución ha sido necesario elaborar instrumentos de recolección de información primaria y secundaria, también se han estandarizado métodos y protocolos a nivel de laboratorio, estos procedimientos y el análisis de conglomerados y componentes principales son un aporte desde el punto de vista metodológico, que otras investigaciones relacionadas a medio ambiente y desarrollo sostenible, pueden emplear en el futuro.

El Capítulo Tercero, describe las actividades que se desarrollan en el área de influencia del curso del río Chumbao, en el cual se puede apreciar, que los cambios en el uso del suelo, la industria, la protección contra inundaciones, el suministro de agua potable, la polución en las áreas urbanas y demás actividades conexas, han causado impactos negativos en este sistema fluvial; incorporado a ello el rápido desarrollo socioeconómico de las últimas décadas, en el país y en el mundo a través del cambio climático, se ha podido evidenciar los efectos adversos de las actividades humanas en los ecosistemas naturales, amenazando agravantemente la ecología del paisaje, los recursos hídricos y la salud.

En el Capítulo Cuarto, se detalla las fuentes de contaminación potencial, el uso y

la presencia de los pesticidas en la zona de influencia del estudio, dentro de este acápite se resaltan las principales actividades económicas dentro del valle del río Chumbao, como son la ganadería y agricultura. El uso de estos productos en estas actividades, son uno de los factores contaminantes de los cuerpos de agua, que afectan a través de la escorrentía y la lixiviación, dependiendo de la cercanía y las características morfológicas del suelo; por otra parte, este tipo de contaminantes también acarrear la presencia de residuos a los alimentos cultivados y la contaminación del suelo.

En el Capítulo Quinto, se describe el nivel de contaminación físico y químico que muestra el río Chumbao, detallando las principales causas de contaminación. El agua de ríos es la fuente para uso doméstico, agrícola, pecuario, comercial, industrial y recreativo. No obstante, su contaminación se viene agravando, provocando la propagación de enfermedades, contamina el aire y los suelos de cultivo. En la actualidad, la contaminación del agua de los ríos es uno de los mayores problemas ambientales, particularmente en los países subdesarrollados.

En el Capítulo Sexto, se muestra el estudio de las propiedades microbiológicas a nivel cualitativo y cuantitativo, con el propósito de determinar la incidencia de las actividades desarrolladas en la zona de influencia del Río Chumbao. Los resultados muestran que el río está siendo contaminando cada vez más, debido a las descargas de aguas residuales y escorrentías agrícolas no tratadas, esta agua no es segura para el consumo humano antes realizar un tratamiento adecuado. Los contaminantes microbiológicos que se encuentran en estos sistemas fluviales pueden tener orígenes agrícolas, urbanos e industriales.

En el Capítulo Séptimo, se muestran que los resultados obtenidos sirven para entender el estado actual de contaminación física, química y microbiológica de este recurso e identificar el papel principal que juegan las actividades humanas en la alteración de la calidad del agua en los sistemas fluviales.

El presente libro ayudará a resolver la problemática ambiental que se presenta, brindando información sobre la influencia de las actividades agropecuarias en la concentración de pesticidas y propiedades fisicoquímicas, microbiológicas de estas importantes fuentes hídricas. Así como su relevancia social, que permita concebir que el crecimiento de las actividades antrópicas en la microcuenca, viene generando contaminación en el medio ambiente, en especial en las fuentes de agua lenticas y loticas.

Los autores.

PRESENTACIÓN

La microcuenca altoandina del río Chumbao, pertenece a la provincia de Andahuaylas, región Apurímac-Perú, se caracteriza por presentar altos niveles de contaminación ambiental, debido a las actividades humanas que se desarrollan en su entorno. El mencionado cuerpo de agua está ubicado entre los 2000 a 4800 metros de altitud, coordenadas 73°38' y 73°11' de longitud oeste y 13°49' y 13°34' de latitud sur; el valle conformado por el río abarca preferentemente los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, en donde se encuentran la mayor cantidad de pobladores, que desarrollan diversas actividades económicas de sustento. Según el último Censo Nacional desarrollado en el Perú el año 2017, los distritos mencionados tuvieron una población total de 84726 pobladores.

El río Chumbao nace en el distrito de San Jerónimo, donde se encuentran las lagunas de Huachaccocha, Pacoccocha, Antaccocha y Pampahuasi, que están por encima de los 4000 metros de altitud; existen diferentes arroyos que son afluentes del río a lo largo de su recorrido, desde la parte superior hasta el sector final de descarga ubicado en el río Pampas. El agua en la cultura popular de la región, es considerada como una deidad, su presencia es ampliamente distribuida y su calidad está asociada al uso al que se destine, como para el consumo humano, riego, entre otras posibilidades.

El valle del río Chumbao actualmente se caracteriza por presentar niveles altos de contaminación, debido a las diversas actividades económicas que se desarrollan en las áreas circundantes. 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 lo cual, un instrumento útil de diagnóstico es el presente libro. Es por esta razón, que se reconoce la importancia de evaluar la situación actual de esta fuente hídrica a nivel ambiental, para identificar la intervención humana dentro de este ecosistema; y de este modo medir el nivel de impacto que las mismas generan en este importante recurso.

Estudios anteriores determinaron el uso al que se determina mayoritariamente el agua de la microcuenca altoandina del río Chumbao, el cual está orientado principalmente a la agricultura y ganadería, por lo que se hace necesario que se estudien estas actividades prioritarias y su relación con las propiedades físicas, químicas y microbiológicas más importantes en este importante recurso hídrico.

SUMÁRIO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	
Antecedentes	2
Teoría de la microcuenca.....	15
Microcuenca del río Chumbao	15
Actividades antrópicas	16
Actividades agropecuarias	16
Actividad agrícola	17
Actividad ganadera.....	17
Contaminantes emergentes	18
Pesticidas o plaguicidas	19
Pesticidas organoclorados	20
Pesticidas organofosforados y carbamatos.....	21
Propiedades fisicoquímicas del agua	22
Propiedades microbiológicas del agua	23
CAPÍTULO 2	25
METODOLOGÍA UTILIZADA	
Alcance.....	25
Diseño de estudio	25
Población	25
Muestra	25
Unidad de análisis.....	29
Tipo de muestreo	29
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
Validez y confiabilidad de los instrumentos	32
Plan de análisis de datos.....	32

CAPÍTULO 3.....	34
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS	
Actividades agropecuarias	34
Crianza de ganado vacuno	34
Criadores de cuyes.....	46
Productores de quinua	57
Productores de papa y maíz.	68
CAPÍTULO 4.....	84
USO Y PRESENCIA DE PESTICIDAS	
Análisis descriptivo de la presencia de pesticidas	84
Análisis de la concentración de pesticidas	86
CAPÍTULO 5.....	95
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	
Análisis descriptivo de las propiedades fisicoquímicas.....	95
Variación espacial y temporal de las propiedades fisicoquímicas	97
CAPÍTULO 6.....	112
PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS	
Análisis descriptivo de las propiedades microbiológicas	112
Variación espacial y temporal de las propiedades microbiológicas	113
CAPÍTULO 7.....	115
INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LAS PROPIEDADES ESTUDIADAS	
Análisis de componentes principales	115
REFERENCIAS	119
ANEXOS	125
SOBRE LOS AUTORES	130

INTRODUCCIÓN

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. El cual se realizó mediante un análisis de componentes principales (ACP) de las propiedades estudiadas en los sectores de muestreo elegidos, lográndose obtener una distribución espacial de dichas estaciones, en la gradiente de contaminación de los componentes 1, 2 y 3 en el río Chumbao, estudiándose cinco actividades agropecuarias, diecinueve pesticidas organoclorados, veinticinco pesticidas organofosforados, diez propiedades fisicoquímicas y dos microbiológicas, en diez sectores 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 lugares 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.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

Ding *et al.*, (2022), La zonificación funcional ambiental del agua es el método crucial para implementar la gestión específica de los factores ambientales, lo cual es importante para proteger la estructura y función del ecosistema acuático. El río Xiaofu es el río principal de la ciudad de Zibo, que es una ciudad industrial típica del norte de China. En su investigación estudiaron la zonificación funcional del agua del río Xiaofu a nivel provincial y municipal, según el atributo de la cuenca y el requisito de gestión diferenciada, la zona funcional de la corriente principal del río Xiaofu se dividió en 5 zonas funcionales de agua de primer nivel y 14 de segundo nivel, donde se calculó la capacidad de carga de la contaminación ambiental de cada zona funcional y comprobada.

Siendo el río Xiaofu, el río principal del área de Zibo; la protección de la calidad del agua, la prevención y el control de la contaminación son de vital importancia para el entorno acuático local y la construcción ecológica. La zonificación de la función hídrica a nivel de condado para la corriente principal del río Xiaofu, se divide en 14 zonas de función hídrica que incluyen 11 áreas de agua de paisaje y 3 áreas de agua agrícola, lo que no solo realiza la cobertura total de las zonas de función de agua a nivel de condado de la corriente principal del río Xiaofu, sino que también es un complemento eficaz para el sistema principal de ríos y lagos a nivel de distrito. De acuerdo con el cálculo del modelo de calidad del agua, la capacidad total anual de transporte de contaminantes DQO y NH₃-N es $3,07 \times 10^6$ kg y 150,6 t/a, respectivamente, en 14 áreas de funciones hídricas a nivel de condado, que son la base para la formulación del índice límite de línea roja de capacidad de transporte de contaminantes en cada área de funciones hídricas. Los resultados de la investigación muestran que, la cantidad anual total de DQO y NH₃-N descargados en la corriente principal y aguas arriba del río Xiaofu por separado es de $2,77 \times 10^6$ kg y $1,39 \times 10^5$ kg, respectivamente, es decir, la descarga de aguas residuales actual básicamente puede cumplir con los requisitos de capacidad de carga. Desde el punto de vista de las perspectivas futuras, la cantidad total de contaminantes descargados en cada área funcional debe controlarse y reducirse aún más, y la capacidad de autodepuración de los ríos debe ser restaurada mediante la reconstrucción de un ecosistema fluvial para garantizar la construcción del medio ambiente fluvial.

Mamun y An (2021), evaluaron las variaciones espaciales y temporales de la calidad

del agua, con la finalidad de identificar y cuantificar las posibles fuentes de contaminación que afectan al río Yeongsan ubicado en Corea del Sur, utilizando técnicas estadísticas multivariadas y valores del índice de calidad del agua. Los investigadores utilizaron un conjunto de datos de 15 años y de 11 variables de calidad del agua, cubriendo 16 sitios de monitoreo. El régimen de nutrientes, la materia orgánica, los sólidos en suspensión, los contenidos iónicos, el crecimiento de algas y las bacterias coliformes totales se vieron afectados por el monzón de verano y la construcción de presas. El análisis de regresión mostró que el crecimiento de las algas estaba más regulado por el fósforo total que por el nitrógeno total.

Se utilizó el análisis de conglomerados para clasificar los sitios de muestreo de alta, media y baja contaminación, según las características de la calidad del agua. El análisis discriminante mostró que el pH, el oxígeno disuelto (OD), el nitrógeno total, la demanda biológica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), la clorofila-a y los coliformes totales son los parámetros espacialmente discriminatorios, mientras que el pH, la temperatura, OD, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales y DQO son los más significativos para discriminar entre las tres estaciones.

El análisis de componentes principales combinado con el análisis factorial y la factorización de matriz positiva, mostró que las plantas de tratamiento de aguas residuales, las actividades agrícolas y la ganadería afectaron negativamente la calidad del agua del río.

Los resultados obtenidos en el estudio se pueden usar de manera efectiva para la interpretación simple de conjuntos de datos a gran escala para determinar las fuentes de contaminación y sus variaciones espacio temporales.

Isaac y Siddiqui (2021), estudiaron el índice de calidad del agua mediante técnicas estadísticas multivariadas, utilizando 14 parámetros de calidad del agua recopilados trimestralmente (cuatro veces al año) de nueve fuentes de agua en Agra, Uttar Pradesh, India, durante mayo de 2019 y abril de 2020. Se estudiaron propiedades como potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, turbidez, sólidos totales disueltos (STD), dureza total, alcalinidad total, calcio, sulfatos, cloruros, magnesio, hierro, DQO, OD y DBO.

Las muestras de agua recogidas mostraron que los valores medios de los parámetros fisicoquímicos se encuentran en el rango establecido por la organización mundial de la salud (OMS), excepto la dureza en verano (1.680 mg/L), monzón (832,22 mg/L), invierno (1.876,66 mg/L), primavera (1.535,55 mg/L); STD en verano (1.000,33 mg/L), monzón (683,44 mg/L), invierno (1.087,66 mg/L), primavera (776,66 mg/L); y sulfato en verano (927,22 mg/L), monzón (446,77 mg/L), invierno (925,77 mg/L), primavera (944,88 mg/L), que indican mala calidad del agua. Los valores de los índices se calcularon para tres ubicaciones en diferentes condiciones climáticas. Los valores en verano, invierno y primavera fueron 630,90, 279,61, 279,91, lo que muestra que el agua del río no es apta para beber, mientras que el valor del índice en el monzón es 75,89, lo que muestra que el

agua es apta para beber debido a la dilución del río.

El análisis de componentes principales reveló que cinco factores eran significativos, con una varianza total de 39,43 % - 85,19 % respectivamente. El estudio metales indicó la presencia níquel, cromo, cobalto, manganeso, cobre y zinc en concentraciones más altas.

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 cuantificó 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.

Mora *et al.*, (2021), advirtieron que, durante los últimos 40 años, el río Atoyac en el centro de México ha estado sujeto a estrés antrópico impulsado por las descargas de aguas residuales urbanas e industriales, así como por lixiviados provenientes de prácticas agrícolas periurbanas intensivas. Se detalla de manera general los niveles de contaminantes orgánicos, inorgánicos y microbiológicos encontrados durante los últimos 10 años en las aguas y lechos de sedimentos del sistema Atoyac, y la implicación de esta contaminación sobre la salud humana. En general, las aguas de Atoyac presentan altas cargas de nutrientes, DBO 5, DQO, TDS y oligoelementos (Al, Fe, Zn, Pb, Cr, Cu). Se reporta también contaminación bacteriológica extremadamente alta; con valores de coliformes totales de hasta 10 12MPN/100 mL. En las aguas de los ríos también se han encontrado sustancias orgánicas antropogénicas como PAH, PCB y plaguicidas organofosforados y organoclorados. Aunque los productos farmacéuticos no se han estudiado en un amplio

rango, se han detectado concentraciones considerables de triclosán, naproxeno y diclofenaco en las aguas de los ríos. Respecto a los sedimentos, las condiciones anóxicas favorecen la precipitación/enriquecimiento de sulfuros y oligoelementos asociados (As, Fe, Mo, Pb, Zn, Cu, Cr). Los microplásticos en los sedimentos incluyeron películas (25,9 %), fragmentos (22,2 %), fibras (14,8 %) y gránulos (11,1 %). Se encontró residuos de fibras de la industria textil, que se presentaron de manera acumulada en la biota acuática del embalse de Valsequillo. Los índices de calidad demostraron que las aguas y los sedimentos de la ciudad de Puebla son los más contaminados. El agua de esta zona alcanzó la clasificación de fuertemente contaminada, mientras que los sedimentos presentaron la mayor acumulación/enriquecimiento de elementos mayoritarios y traza de las zonas ribereñas. Las principales patologías encontradas en humanos fueron las enfermedades gastrointestinales, mientras que los niños que vivían en zonas vulnerables mostraron niveles elevados de biomarcadores de cáncer. Los estudios han indicado un alto riesgo de padecer enfermedades cancerosas en niños que consumen agua subterránea contaminada y alto riesgo de desarrollar enfermedades no cancerosas en adultos que trabajan con suelos irrigados por ríos y niños que consumen leche y demás derivados con alto contenido de arsénico procedente de ríos contaminados.

Chițescu et al., (2021), determinaron que el alto impacto de las sustancias orgánicas e inorgánicas naturales y antropogénicas que se liberan continuamente en el medio ambiente requiere una mejor comprensión del estado químico de los ecosistemas acuáticos. Los autores realizaron estudios de monitoreo de la contaminación del agua para diferentes clases de sustancias en diferentes regiones del mundo. Los métodos analíticos fiables y la evaluación de la exposición son la base de una mejor gestión de los recursos hídricos. Esta investigación abarcó la región del Bajo Danubio y el Noroeste del Mar Negro, considerando contaminantes persistentes y emergentes regulados y no regulados. Los más frecuentes fueron: productos farmacéuticos (carbamazepina, diclofenaco, sulfametoxazol y trimetoprim), pesticidas (atrazina, carbendazim y metolacoloro), disruptores endocrinos: bisfenol A y estrona, hidrocarburos aromáticos policíclicos, plaguicidas organoclorados y metales pesados (Cd, Zn, Pb, Hg, Cu, Cr). Se informaron variaciones estacionales para los contaminantes orgánicos e inorgánicos. La contaminación microbiana también fue un tema de la presente revisión.

No es realista creer que los programas de monitoreo y detección de hoy pueden abarcar todos los contaminantes conocidos. Sin embargo, en los últimos años se han dado pasos importantes para mejorar los métodos analíticos, los enfoques de evaluación de riesgos y las bases regulatorias.

Las publicaciones revisadas aquí revelaron la presencia y distribución espacial de microcontaminantes persistentes y emergentes en aguas superficiales, sedimentos y biota en la cuenca del Bajo Danubio y la región del Mar Negro Noroccidental. La situación actual

de estos medios acuáticos es de gran importancia a la luz de las recientes Directivas de la Unión Europea.

Esta revisión mostró que los fármacos se determinaron en el área de estudio en el siguiente orden decreciente de concentraciones: carbamazepina > sulfametoxazol > diclofenaco > trimetoprima > ibuprofeno. Con respecto a los pesticidas, las concentraciones más altas se reportaron para carbendazim > metalochlor > atrazina. Los metales reportados, en el siguiente orden decreciente de concentración, fueron: Fe > Zn > Cu > Pb > Cr > Ni > As > Cd > Hg.

Los resultados de esta investigación han demostrado que es necesario y de gran importancia desarrollar más estudios sobre el destino y la capacidad de bioacumulación de los contaminantes en diferentes compartimentos ambientales (agua, sedimentos y biota) para predecir su posible impacto en otros organismos.

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.

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, sólidos 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.

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.

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.

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.

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.

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.

Arbeláez (2017), 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.

Villanueva (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.

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.

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, Vichanza, 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.

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 comisionados 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.

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 qué, 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 desarrolle monitoreo más frecuente y por ende una mejor vigilancia a los recursos hídricos para una adecuada protección de la salud de los pobladores de la cuenca estudiada.

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 estable, 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 beneficiosos y desde luego a la salud de los ganaderos de la zona de estudio.

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.

1.2 TEORÍA DE LA MICROCUENCA

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.

1.2.1 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 causan efectos tóxicos a los organismos expuestos (Chițescu *et al.*, 2021). 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 y diversificado, 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 metros de altitud, sus aguas atraviesan los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera; a lo largo del curso del río Chumbao se ha evidenciado la expansión de actividades agropecuarias, como

la crianza de truchas, extracción de agregados, lavaderos de carros, talleres mecánicos, peladoras de maíz, etc., que descargan en el río Chumbao sus aguas residuales con altos contenidos de carga orgánica e inorgánica modificando las características físicas, químicas y microbiológicas de sus aguas, disminuyendo su calidad y disponibilidad.

1.2.2 Actividades antrópicas

El ser humano hoy en día, se caracteriza por hacer un mal uso de los recursos que ofrece el planeta tierra, 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 se derivan de las diversas actividades antrópicas, desarrolladas en el área de influencia y que finalmente son descargados a los ríos (Ojeda y Santa Cruz, 2017).

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).

1.2.3 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; Li *et al.*, 2022).

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; Zhang et al., 2022).

1.2.4 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; Jayasiri *et al.*, 2022).

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 (Akamagwuna, Odume y Richoux, 2022).

1.2.5 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 *et al.*, 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).

Esta actividad que genera residuos contaminantes nocivos para los seres humanos: 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).

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”.

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.

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).

1.2.6 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).

Los contaminantes emergentes representan una amplia variedad de compuestos químicos que se han detectado en el medio ambiente y se obtienen de las prácticas antropogénicas diarias, como los procesos domésticos, sanitarios, agrícolas e industriales (Vasilache *et al.*, 2021). Los primeros contaminantes emergentes se descubrieron a principios del siglo XIX en ambientes acuáticos; estos contaminantes pueden ser productos farmacéuticos (medicamentos veterinarios y humanos), hormonas y esteroides, subproductos de desinfección, productos de higiene y cuidado personal, surfactantes, retardantes de llama, compuestos industriales, productos para el hogar, agroquímicos (pesticidas, fertilizantes y agentes de crecimiento), microplásticos, trazas de metales, nanopartículas, entre otros (Du *et al.*, 2015).

Según (Farré, Sanchis, y Barcelo, 2011), la aparición de los contaminantes emergentes puede deberse a la contaminación puntual (principalmente urbana e industrial) o difusa (agrícola). El transporte de los contaminantes emergentes desde fuentes difusas hasta el sumidero (cuerpos de agua) depende en gran medida de las propiedades de estos como la volatilidad, la polaridad, las propiedades de adsorción y la persistencia.

En las zonas rurales, los contaminantes emergentes se distribuyen de forma difusa y se transportan vía aérea, escorrentía, erosión o lixiviación hasta llegar a un cuerpo de agua. Propiedades como el comportamiento de adsorción de los productos farmacéuticos, pueden variar mucho en diferentes tipos de suelo porque se presentan tanto en forma ionizada como no ionizada, lo que afecta su interacción con diferentes compuestos en el suelo (Geissen *et al.*, 2015).

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 (Rodríguez y Irabien, 1999; Cao *et al.*, 2022).

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; Grimene *et al.*, 2022).

Los pesticidas se clasifican en grupos distintos en función de sus especies objetivo, como insecticidas, herbicidas y fungicidas (Syafudin *et al.*, 2021). Los herbicidas son compuestos utilizados para la mitigación de malezas y normalmente se incluyen en los reguladores del crecimiento de las plantas; los insecticidas se utilizan en tierras de cultivo, instalaciones de almacenamiento de alimentos o jardines domésticos para controlar insectos; los fungicidas previenen las infecciones por hongos en plantas o semillas. Además, los plaguicidas se pueden clasificar según el modo de acción sobre las plagas, como reactivo destructor, mitigador y repelente (Mahmood *et al.*, 2015).

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 (Jayasiri *et al.*, 2022). 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).

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 (Loughlin, Peluso y Marino, 2022). 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; Kalantary, Barzegar y Jorfi, 2022).

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).

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

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad.

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.

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

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

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 cual puede apreciarse en la Tabla 3.

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 bupiridilos	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

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

Fuente: Gil *et al.* (2012).

1.2.7 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).

La calidad del agua se define por sus características físicas, químicas y biológicas. Los factores que afectan la calidad del agua son complejos y se evalúan según una serie de indicadores que van desde la temperatura del agua, el pH y los componentes químicos hasta parámetros biológicos y microbiológicos (Donoghue *et al.*, 2021).

1.2.8 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).

Los estándares de calidad ambiental (ECAs), son instrumentos de legislación ambiental, la normativa para el agua fue aprobado con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, en el que se establece los estándares de calidad del agua para las diferentes categorías; la “Categoría 4: Conservación del ambiente acuático”, hace referencia a los cuerpos de agua superficiales, sub categorizándose en: Lagunas y lago, ríos, ecosistemas costeros y marinas. La subcategoría E2: ríos, hace mención a los cuerpos de agua loticos, que se desplazan en una misma dirección, dividiéndose en: ríos de la costa y sierra y ríos de la selva. Según (MINAM, 2017), “Los ríos de la costa y sierra, son los

que están situados en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, así como en la cordillera de los andes (mayores a 600 metros de altitud)".

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA UTILIZADA

2.1 ALCANCE

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).

2.2 DISEÑO DE ESTUDIO

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).

2.3 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 el río Pampas, en donde se presentan las siguientes coordenadas geográficas 13°38'34.13" S - 73°27'3.66" O.

La población determinada para la aplicación de las encuestas, es la totalidad de pobladores que desarrollan actividades agropecuarias en el tramo de estudio, que están comprendidos entre 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.

2.4 MUESTRA

Los sectores de muestreo se eligieron 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 teniéndose en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua en el Perú.

Propiedades de medición en campo:

- a) Potencial de Hidrógeno
- b) Temperatura
- c) Conductividad eléctrica
- d) Oxígeno disuelto.

Propiedades determinadas en laboratorio:

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

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

- a) Demanda bioquímica de oxígeno.

Propiedades biológicas:

- a) Coliformes totales y fecales.

Ubicación de las estaciones de muestreo:

Para la elección de los sectores 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 sectores de muestreo quedaron claramente identificados y reconocidos para monitores 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 sectores 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.

De acuerdo al protocolo para la selección de muestras se han considerado dos sectores de muestreo en las lagunas situadas en la cabecera de la microcuenca, que son las nacientes del río Chumbao, además se han incluido sectores colindantes con la actividad agropecuaria tanto en la zona urbana como rural, lo cual se puede apreciar en la Tabla 4 y Figura 1.

Sectores de Muestreo (avenida y estiaje)	Actividad	Coordenadas geográficas	
		GPS Latitud	GPS Longitud
Sector 1 (S1)	Sin actividad antrópica	13°46'45.2" Sur	73°13'50.0" Oeste
Sector 2 (S2)	Sin actividad antrópica	13°44'57.6" Sur	73°14'35.7" Oeste
Sector 3 (S3)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°46'38.4" Sur	73°15'32.3" Oeste
Sector 4 (S4)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°42'33.5" Sur	73°18'46.1" Oeste
Sector 5 (S5)	Actividad agropecuaria limitada, zona urbana	13°39'23.5" Sur	73°21'31.0" Oeste
Sector 6 (S6)	Actividad agropecuaria limitada, zona urbana	13°39'33.1" Sur	73°22'38.4" Oeste
Sector 7 (S7)	Actividad agropecuaria limitada, zona urbana	13°39'37.0" Sur	73°23'49.4" Oeste
Sector 8 (S8)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°39'27.0" Sur	73°25'51.6" Oeste
Sector 9 (S9)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°38'18.9" Sur	73°27'09.3" Oeste
Sector 10 (S10)	Colindante a la actividad agropecuaria	13°35'26.2" Sur	73°27'01.1" Oeste

Tabla 4. Sectores de muestreo según protocolo de monitoreo MINSA.

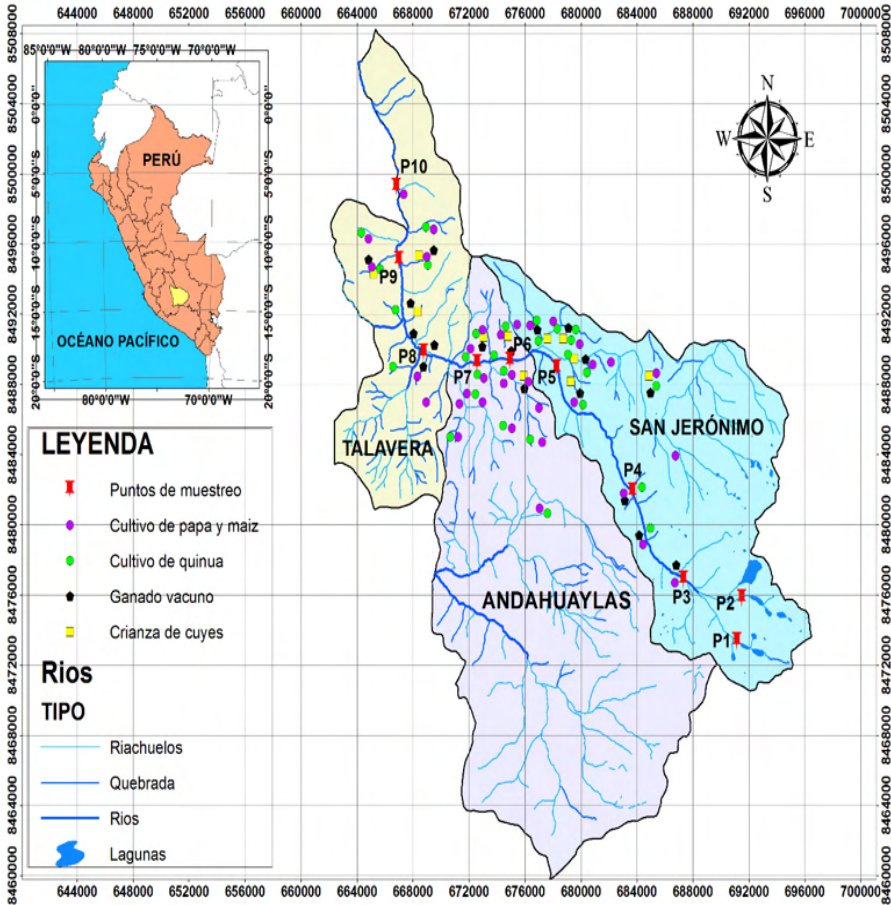


Figura 1. Sectores de muestreo y actividades agropecuarias según protocolo de monitoreo.

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 sectores 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 sectores 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:

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

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.

2.5 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.

2.6 TIPO DE MUESTREO

El muestreo fue no probabilístico del tipo discrecional a juicio del investigador, debido a que los sectores de muestreo debieron considerar la existencia de afluentes naturales o antropogénicos, los cuales podían causar una considerable variación en los parámetros estudiados, asimismo estos sectores 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.

2.7 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 laboratorial.** Correspondió 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 5 que permitieron determinar la calidad de agua del río Chumbao.

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; determinación de DBO por el método ácido de sodio	4500-O C e 5210 B 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)

Tabla 5. Características fisicoquímicas de calidad de agua.

c) Determinación de propiedades microbiológicas

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

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)

Tabla 6. Características microbiológicas de calidad de agua.

2.8 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.

Se ha teniendo en cuenta el consentimiento informado y qué fue expresado voluntariamente por las personas que han participado en el presente estudio, 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. 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).

2.9 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: Se utilizó estadística descriptiva, tablas de distribución de frecuencias, histogramas, análisis multivariante de varianza (MANOVA), correlación de Spearman, análisis de conglomerados, análisis de componentes principales (ACP). 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.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

3.1 ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

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.

3.1.1 Crianza de ganado vacuno

Se ha encuestado a 56 pobladores que se dedican a esta actividad económica productiva, en la Tabla 7 se muestra la cantidad total de ganaderos, el número de encuestas fue determinado segmentando a los criadores de ganado vacuno por distrito.

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

Tabla 7. Distribución de criadores de ganado vacuno en el valle del río Chumbao.

Fuente: Dirección de Información Agraria de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas 2020.

La Información presentada a continuación, fue recabada a partir de las preguntas abiertas del cuestionario, cuyo análisis fue cualitativo. Las encuestas se aplicaron con la finalidad de conocer los productos veterinarios que más utilizan 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, Puso, 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 desarrollan esta actividad, los cuales están distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao. Según la Dirección de Información Agraria, en la zona de estudio se encuentran 3871 cabezas de ganado bovino, los cuales son desparasitados con antihelmínticos comerciales que contienen fenbendazol, ivermectina, albendazol, triclabendazol, benzimidazol, tetramisol, oxibendazol, mebendazol, imidazotiazoles o levamisol (ergamisol) como principio activo y que en el mercado se los encuentran con diferentes nombres comerciales.

El control de moscas y otros ectoparásitos se realiza con insecticidas organofosforados y piretroides. Se utilizan productos comerciales como el ectonil ® pour on, caravanas over diazinón, cipermetrina, karate zeon, arpon® g y bifentrina entre otros, los cuales son tóxicos y tienen un efecto dañino a la salud de los que desarrollan la actividad pecuaria. Las fuentes de agua dulce se contaminan por la cercanía de los establos, finalmente los riachuelos son los que contaminan al río Chumbao.

Los envases de los productos utilizados 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 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 sus campos de cultivo, para realizar la limpieza y hasta para el propio consumo humano.

Se conoce que algunos de los ganaderos 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 para las preguntas cerradas del cuestionario, las cuales fueron procesadas en el software IBM SPSS Statistics 25.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	14	24,6	24,6	24,6
	Femenino	43	75,4	75,4	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 8. Distribución según el género de los criadores de ganado vacuno.

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

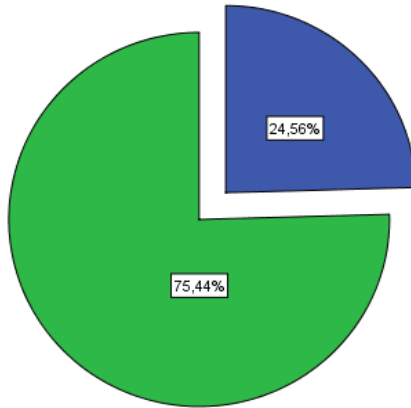


Figura 2. Distribución porcentual del género de los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 8 y Figura 2, se aprecia que las personas del género femenino, son las que más se dedican a la crianza de ganado vacuno, en la actualidad las diferencias de género se han venido superando, las entidades del gobierno recomiendan que la cadena productiva sean lo más inclusiva posible.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguno	36	63,2	63,2	63,2
	Primaria	14	24,6	24,6	87,7
	Secundaria	4	7,0	7,0	94,7
	Superior	3	5,3	5,3	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 9. Distribución según el nivel de educación de los criadores de ganado vacuno.

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

■ NINGUNO
 ■ PRIMARIA
 ■ SECUNDARIA
 ■ SUPERIOR

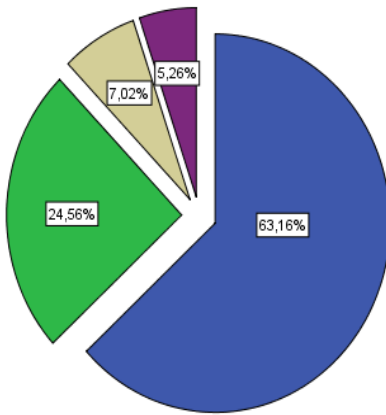


Figura 3. Distribución porcentual del nivel de educación de los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 9 y Figura 3 se observa que las personas que se dedican a la crianza de ganado vacuno, no tienen ningún nivel de educación en su mayor cantidad, seguido de los que tienen nivel de educación primaria y de los que tienen el nivel de educación secundaria, se nota también que existe un pequeño porcentaje de ganaderos que tienen educación superior.

	Detalle	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Intensivo	6	10,5	10,5	10,5
	Extensivo	9	15,8	15,8	26,3
	Semiestabulado	42	73,7	73,7	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 10. Distribución según el tipo de crianza de los criadores de ganado vacuno.

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

■ INTENSIVO
 ■ EXTENSIVO
 ■ SEMIESTABILADO

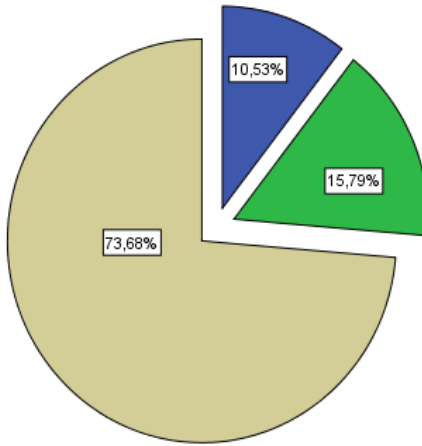


Figura 4. Distribución porcentual según el tipo de crianza de los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 10 y Figura 4 se presenta información en la que se evidencia que, la mayor parte de los criadores de ganado vacuno desarrollan esta actividad en el sistema semiestabilado, seguido del tipo extensivo e intensivo respectivamente.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	20 a más	3	5,3	5,3	5,3
	10 a 20	3	5,3	5,3	10,5
	5 a 10	10	17,5	17,5	28,1
	1 a 5	41	71,9	71,9	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 11. Distribución del número de cabezas que tienen los criadores de ganado vacuno.

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

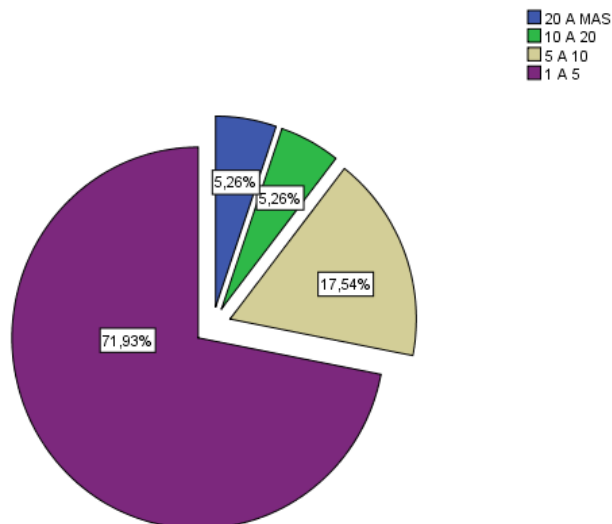


Figura 5. Distribución porcentual según el número de cabezas que tienen los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 11 y Figura 5 se presenta información en la que se evidencia que la mayor parte de los criadores de ganado vacuno tienen de 1 a 5 cabezas de ganado, seguido de los que tienen de 5 a 10, de 10 a 20 y de 20 a más cabezas de ganado vacuno.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5 a 10 hectáreas	3	5,3	5,3	5,3
	1 a 5 hectáreas	13	22,8	22,8	28,1
	Menos de 1 hectárea	41	71,9	71,9	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 12. Distribución según las hectáreas que tienen los criadores de ganado vacuno.

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

■ 5 A 10 HECTAREAS
■ 1 A 5 HECTAREAS
■ MENOS DE 1 HECTAREA

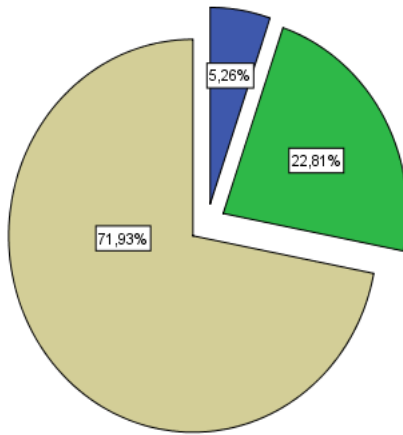


Figura 6. Distribución porcentual según las hectáreas que tienen los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 12 y Figura 6 se presenta información en la que se evidencia que, la mayoría de los criadores de ganado vacuno encuestados tienen menos de una hectárea de campo disponible para el desarrollo de esta actividad, seguido de los que tienen de 1 a 5 hectáreas y de 5 a 10 hectáreas respectivamente.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	54	94,7	94,7	94,7
	No	3	5,3	5,3	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 13. Distribución según la utilización de vermicidas por los criadores de ganado vacuno.

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

■ SI
■ NO

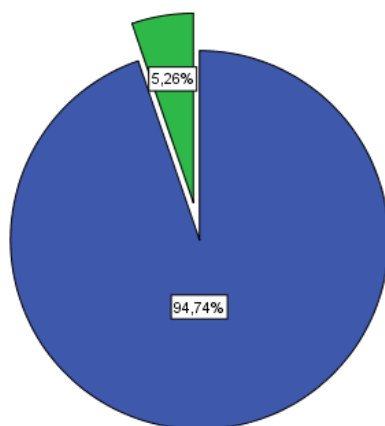


Figura 7. Distribución porcentual según la utilización de vermícid por los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 13 y Figura 7 se puede apreciar que la gran mayoría de criadores de ganado vacuno, utilizan algún tipo de vermícid que los cuales han sido detallados líneas arriba.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	35	61,4	61,4	61,4
	No	22	38,6	38,6	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 14. Distribución según la utilización de insecticidas por los criadores de ganado vacuno.

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

■ SI
■ NO

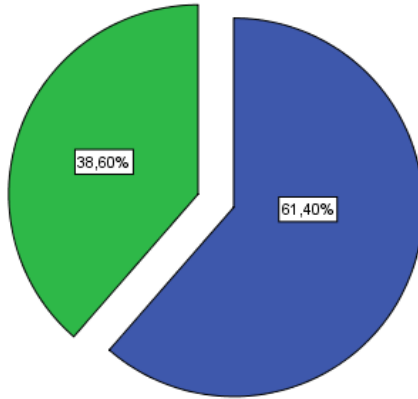


Figura 8. Distribución porcentual según la utilización de insecticidas por los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 14 y Figura 8 se puede apreciar que existe mayor cantidad de criadores de ganado vacuno que utilizan algún tipo de insecticida, lo cual ha sido detallado en la primera parte de actividades agropecuarias.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	53	93,0	93,0	93,0
	No	4	7,0	7,0	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 15. Distribución según la existencia de fuente de agua cercana a la actividad de los criadores de ganado vacuno.

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

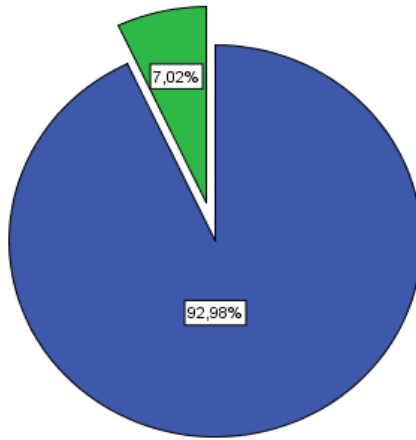


Figura 9. Distribución porcentual según la existencia de fuente de agua cercana a la actividad de los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 15 y Figura 9 se nota que la mayor parte de los criadores de ganado vacuno encuestados, mencionaron que existen fuentes de agua cercanas a sus cobertizos, por lo que estos se convierten en el medio de transporte de contaminantes al río Chumbao.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	7	12,3	12,3	12,3
	No	50	87,7	87,7	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

Tabla 16. Distribución según el tratamiento a los desechos de la actividad de los criadores de ganado vacuno.

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

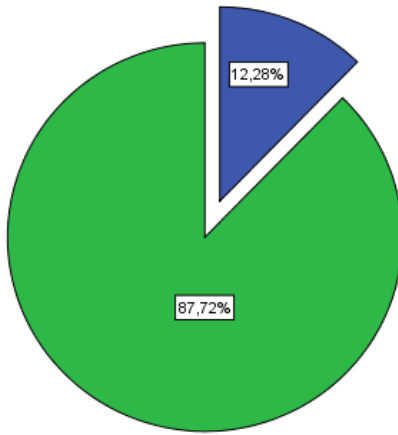


Figura 10. Distribución porcentual según el tratamiento a los desechos de la actividad de los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 16 y Figura 10 se muestra que gran parte de los criadores de ganado vacuno no desarrollan ningún tipo de tratamiento a los desechos que se producen en dicha actividad económica productiva.

<i>x (clase)</i>	<i>f (frecuencia absoluta)</i>	<i>h (frecuencia relativa)</i>	<i>F (frecuencia absoluta acumulada)</i>	<i>H (frecuencia relativa acumulada)</i>
26	3	5%	3	5%
32	10	18%	13	23%
38	10	18%	23	40%
44	11	19%	34	60%
50	12	21%	46	81%
56	8	14%	54	95%
62	3	5%	57	100%
	57	100%		

Tabla 17. Distribución de frecuencias de la edad de los criadores de ganado vacuno.

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

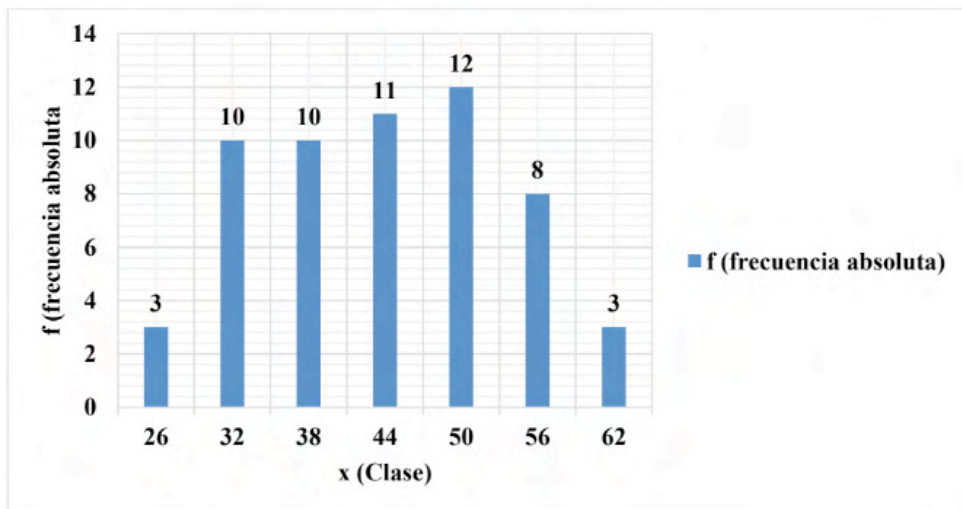


Figura 11. Histograma de la edad de los criadores de ganado vacuno.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 17 y Figura 11 se aprecia que la clase que tiene mayor frecuencia absoluta y relativa corresponde a la edad promedio de 50 años, observándose que los productores tienen una edad considerada alta. Debido a la importancia de esta cadena productiva en la actualidad por su potencial en el mercado, sus actores reciben el apoyo del Gobierno Regional de Apurímac y Gobiernos Locales, en especial de las municipalidades de los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.

Resumen	Valor
Recuento	57
Promedio	44
Desviación Estándar	9.40
Coefficiente de Variación	0.21
Mínimo	23
Máximo	65
Rango	42
Sesgo Estandarizado	0.05
Curtosis Estandarizada	-1.00

Tabla 18. Estadística descriptiva para la edad de los criadores de ganado vacuno.

En la Tabla 18 se muestra la estadística descriptiva para la edad de los criadores de ganado vacuno, en la que se puede observar una edad promedio de 44 años. También

se incluyen otras medidas de tendencia central, variabilidad y forma. Los valores del sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada (entre 2 y -2), indican que los datos provienen de una distribución normal.

3.1.2 Criadores de cuyes

En la Tabla 19 se muestra la cantidad de criadores de cuyes en el valle del río Chumbao, el número de encuestas fue aplicado en las zonas donde se desarrolla la mencionada actividad económica productiva, se hizo una encuesta a 54 productores de cuyes para conocer los productos veterinarios que más utilizaban.

Se ha encuestado a una muestra de pobladores del lugar de estudio que se dedican a esta actividad. El número de encuestas fue determinado segmentando a los criadores de cuyes por su ubicación geográfica distrital.

Productores de cuyes	Cantidad de productores	%	Encuestas
Andahuaylas	262	37.70%	20
Talavera	86	12.37%	7
San Jerónimo	347	49.93%	27
Total	695	100.00%	54

Tabla 19. Distribución de criadores de cuyes en el valle del río Chumbao.

Fuente: Dirección de Información Agraria de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas 2020.

Las encuestas fueron aplicadas en diferentes lugares del valle del río Chumbao en los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.

Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollan esta actividad, los cuales están distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao.

En la zona de estudio se encuentran 695 productores de cuyes según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizan 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 en el lugar de estudio y que 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 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.

Se sabe también de que algunos de los ganaderos utilizan los desechos provenientes de su actividad económica como abono orgánico y los utilizan en sus cultivos como fertilizante. Cabe mencionar también que realizan la crianza complementaria de otras especies animales, como es el caso de ganado porcino, ovino entre otros. La Información presentada líneas arriba fue recabada a partir de preguntas abiertas en las encuestas cuyo análisis fue cualitativo.

En las Tablas y Figuras siguientes se muestra la estadística descriptiva para las preguntas cerradas del cuestionario que fueron procesadas en el software IBM SPSS Statistics 25.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	25	46,3	46,3	46,3
	Femenino	29	53,7	53,7	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 20. Distribución según el género de los criadores de cuyes.

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

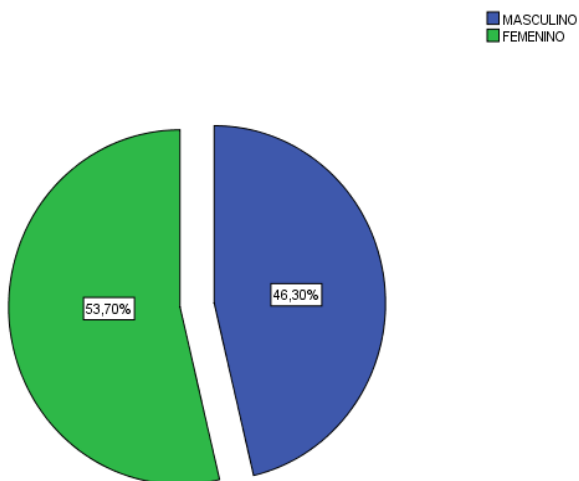


Figura 12. Distribución porcentual del género de los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 20 y Figura 12 se aprecia la prevalencia del género femenino en la crianza

de cuyes, entendiendo que en la actualidad estas diferencias se han venido superando con el paso de los años, se recomienda que la cadena productiva sea lo más inclusiva posible, incorporando otros actores directos.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguno	31	57,4	57,4	57,4
	Primaria	11	20,4	20,4	77,8
	Secundaria	12	22,2	22,2	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 21. Distribución según el nivel de educación de los criadores de cuyes.

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

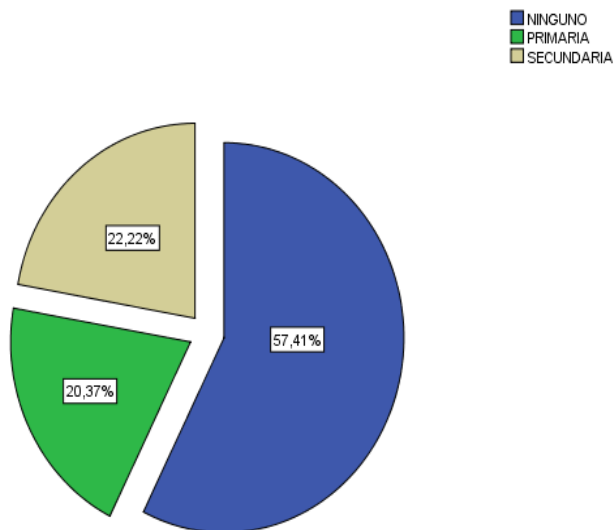


Figura 13. Distribución porcentual del nivel de educación de los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2019.

En la Tabla 21 y Figura 13 se observa que las personas que se dedican a la crianza de cuyes en su mayor cantidad no tienen ningún nivel de educación, seguido de los que tienen nivel de educación primario y de los que tienen el nivel de educación secundario, se nota también que no existen productores que tienen educación superior.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Intensivo	25	46,3	46,3	46,3
	Extensivo	25	46,3	46,3	92,6
	Semiestablado	4	7,4	7,4	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 22. Distribución según el tipo de crianza de los criadores de cuyes.

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

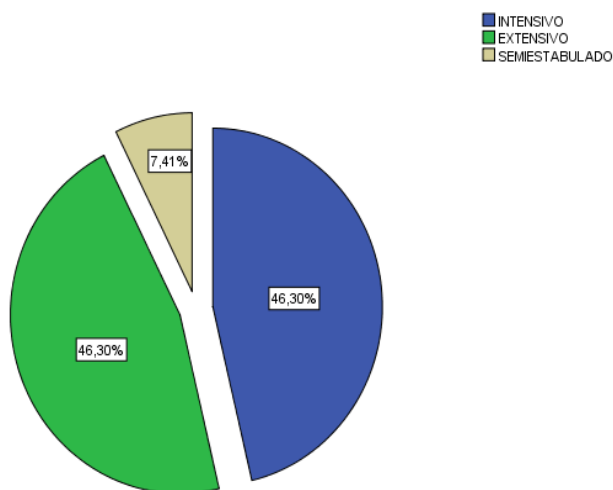


Figura 14. Distribución porcentual según el tipo de crianza de los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 22 y Figura 14 se presenta información en la que se evidencia que, la mayor parte de los criadores de cuyes desarrollan esta actividad en el sistema intensivo y extensivo.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	20 a mas	44	81,5	81,5	81,5
	10 a 20	6	11,1	11,1	92,6
	5 a 10	3	5,6	5,6	98,1
	1 a 5	1	1,9	1,9	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 23. Distribución según el número de semovientes que tienen los criadores de cuyes.

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

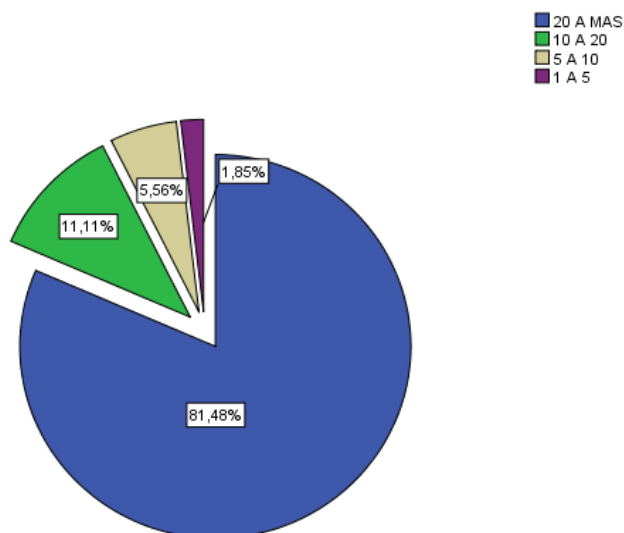


Figura 15. Distribución porcentual según el número de semovientes que tienen los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 23 y Figura 15 se presenta información en la que se evidencia que la mayor parte de los criadores de cuyes tienen de 20 a más semovientes, seguido de los que tienen de 10 a 20, de 5 a 10 y de 1 a 5 más semovientes respectivamente.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	10 a más hectáreas	1	1,9	1,9	1,9
	5 a 10 hectáreas	7	13,0	13,0	14,8
	1 a 5 hectáreas	22	40,7	40,7	55,6
	Menos de 1 hectárea	24	44,4	44,4	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 24. Distribución según las hectáreas que tienen los criadores de cuyes.

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

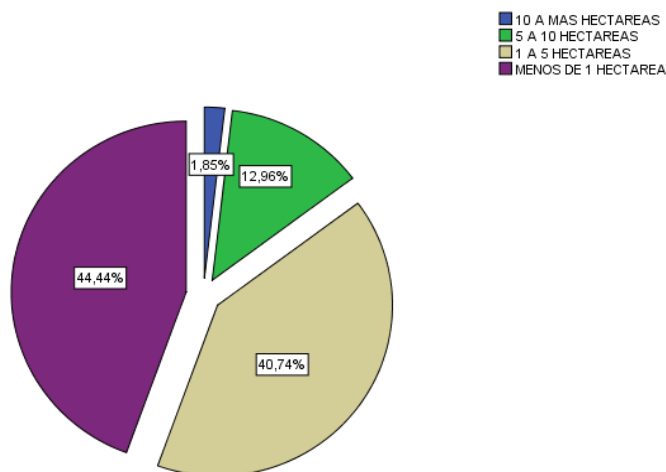


Figura 16. Distribución porcentual según las hectáreas que tienen los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 24 y Figura 16 se presenta información en la que se evidencia que, la mayoría de los criadores de cuyes encuestados tienen menos de una hectárea de campo disponible para el desarrollo de esta actividad, seguido de los que tienen de 1 a 5 hectáreas y de 5 a 10 hectáreas respectivamente. Observándose también que hay un pequeño porcentaje de criadores que tienen de 10 a más hectáreas.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	3	5,6	5,6	5,6
	No	51	94,4	94,4	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 25. Distribución según la utilización de vermícidias por los criadores de cuyes.

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

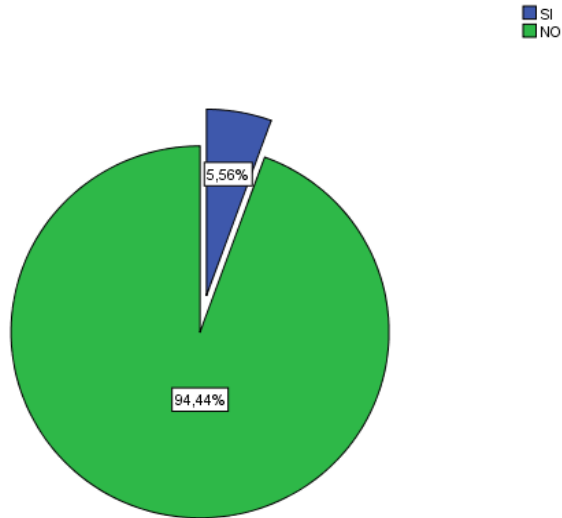


Figura 17. Distribución porcentual según la utilización de vermícidias por los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 25 y Figura 17 se puede apreciar que la gran mayoría de criadores de cuyes no utilizan algún tipo de vermícidia, notándose que hay un pequeño porcentaje que si utilizan estos productos los cuales han sido detallados líneas arriba.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	33	61,1	61,1	61,1
	No	21	38,9	38,9	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 26. Distribución según la utilización de insecticidas por los criadores de cuyes.

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

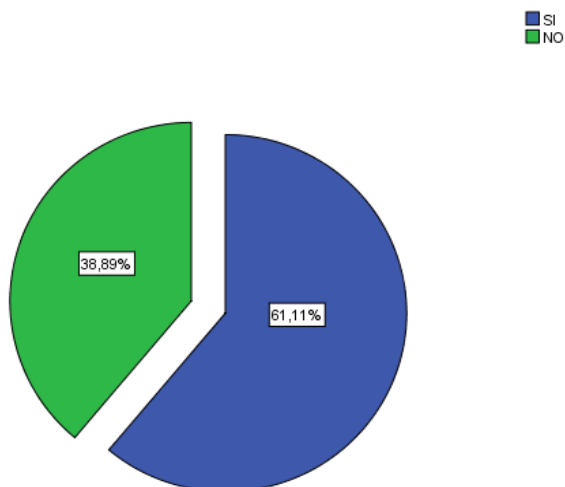


Figura 18. Distribución porcentual según la utilización de insecticidas por los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 26 y Figura 18 se puede apreciar que existe mayor cantidad de criadores de cuyes que utilizan algún tipo de insecticida, lo que han sido detallados en la parte descriptiva de esta actividad productiva.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	1	1,9	1,9	1,9
	No	53	98,1	98,1	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 27. Distribución según la existencia de fuente de agua cercana a la actividad de los criadores de cuyes.

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

■ SI
■ NO

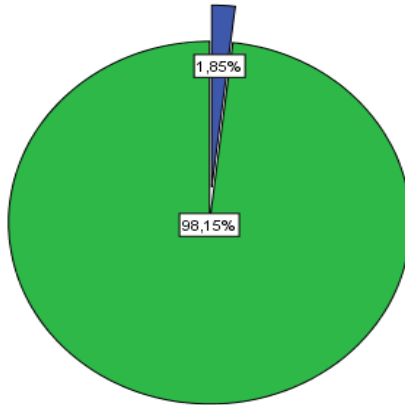


Figura 19. Distribución porcentual según la existencia de fuente de agua cercana a la actividad de los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 27 y Figura 19 se nota 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, por lo que estas fuentes de agua se convierten en el medio de transporte de contaminantes al río Chumbao.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	41	75,9	75,9	75,9
	No	13	24,1	24,1	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Tabla 28. Distribución según el tratamiento a los desechos de la actividad de los criadores de cuyes.

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

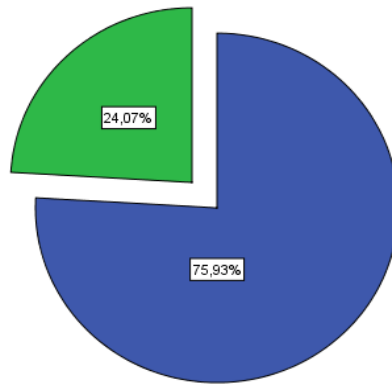


Figura 20. Distribución porcentual según el tratamiento a los desechos de la actividad de los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 28 y Figura 20 se muestra que gran parte de los criadores de cuyes, afirman que desarrollan algún tipo de tratamiento a los desechos que se producen en dicha actividad económica productiva.

<i>x (clase)</i>	<i>f (frecuencia absoluta)</i>	<i>h (frecuencia relativa)</i>	<i>F (frecuencia absoluta acumulada)</i>	<i>H (frecuencia relativa acumulada)</i>
27.5	9	17%	9	17%
32.5	10	19%	19	35%
37.5	13	24%	32	59%
42.5	7	13%	39	72%
47.5	7	13%	46	85%
52.5	2	4%	48	89%
57.5	6	11%	54	100%
	54	100%		

Tabla 29. Distribución de frecuencias de la edad de los criadores de cuyes.

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

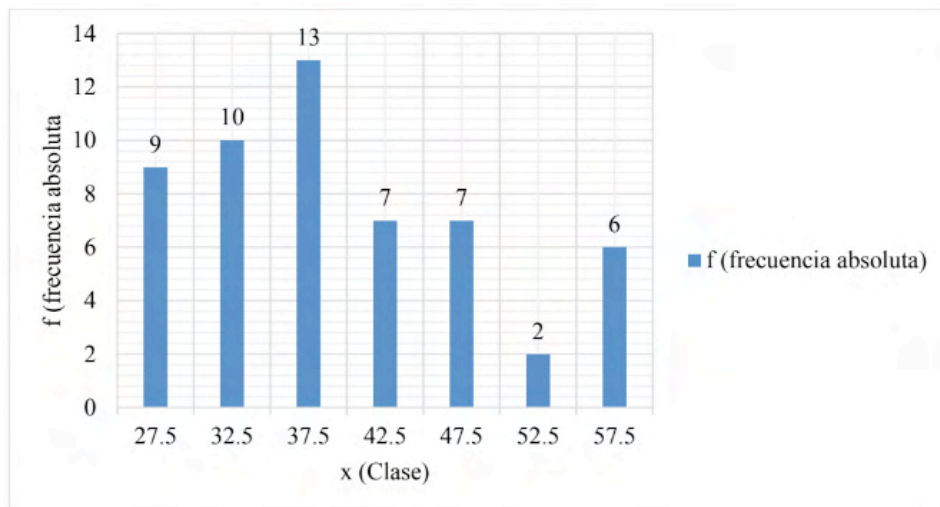


Figura 21. Histograma de la edad de los criadores de cuyes.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 29 y Figura 21 se aprecia que la clase que tiene mayor frecuencia absoluta y relativa corresponde a la edad promedio de 38 años, observándose que los productores tienen una edad considerada media. Debido a la importancia de esta cadena productiva en la actualidad por su potencial en el mercado, sus actores reciben el apoyo del Gobierno Regional de Apurímac y Gobiernos Locales, en especial de las municipalidades de los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.

Resumen	Valor
Recuento	54
Promedio	40
Desviación Estándar	9.64
Coefficiente de Variación	0.24
Mínimo	25
Máximo	60
Rango	35
Sesgo Estandarizado	1.29
Curtosis Estandarizada	-0.91

Tabla 30. Resumen de la estadística descriptiva para la edad de los criadores de cuyes.

La Tabla 30 muestra los estadísticos de resumen para la edad de los criadores de cuyes, en la que se puede observar una edad promedio de 40 años. También se

incluyen otras medidas de tendencia central, variabilidad y forma. Los valores del sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada (entre 2 y -2), indican que los datos provienen de una distribución normal.

3.1.3 Productores de quinua

En la Tabla 31 se muestra la cantidad de productores de quinua, el número de encuestas fue determinado segmentando a la población por su ubicación geográfica distrital.

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

Tabla 31. Distribución de productores de quinua en el valle del río Chumbao.

Fuente: Dirección de Información Agraria de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas 2020.

En la zona productora de quinua del valle del río Chumbao, se hizo una encuesta a 52 productores de quinua, para conocer los productos químicos que más utilizaban. Los cuestionarios se aplicaron en diferentes lugares de los tres distritos, como fueron en el distrito de Andahuaylas: Rumi Rumi, Salinas, Curibamba, Salinas, Huayhuaca, Porvenir, Sacclaya, Huancabamba, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, Pochccota, Ccarancaya y Pampanza. En el distrito de Talavera: Ccaccacha, Mulacancha, Puma Curi, Chihuanpata y Chumbibamba. En el distrito de San Jerónimo: Chuspi, Ñahuin, Chaccarapata, Ccoyahuacho, Poltoocsa, Totoral, Ollabamba y Champacocha.

Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollan esta actividad, los cuales están distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao (Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo).

En la zona de estudio se encontraron 313 productores de quinua, según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizan pesticidas y plaguicidas en el cultivo como son: Fitoklin, Oncol, Rotox, Cyperklin, Thiodan, Tifón, Campal, Ridomil, Silvacur, Sherpa, Cupraviv y Permetrina, en el mercado se los encuentran con diferentes nombres comerciales. Los cuales son productos tóxicos y tienen un efecto dañino a la salud de los que desarrollan la actividad agrícola, y que por su cercanía a las fuentes de agua contaminan a estas, que finalmente se descargan al río Chumbao a través de sus tributarios.

Los envases de los productos utilizados 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 establos 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 su propio consumo humano.

La Información presentada líneas arriba fue recabada a partir de preguntas abiertas en las encuestas cuyo análisis fue cualitativo.

En las Tablas y Figuras se muestra la estadística descriptiva para las preguntas cerradas del cuestionario, las cuales fueron procesadas en el software IBM SPSS Statistics 25.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Masculino	46	88,5	88,5	88,5
	Femenino	6	11,5	11,5	100,0
	Total	52	100,0	100,0	

Tabla 32. Distribución de los productores de quinua según género.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

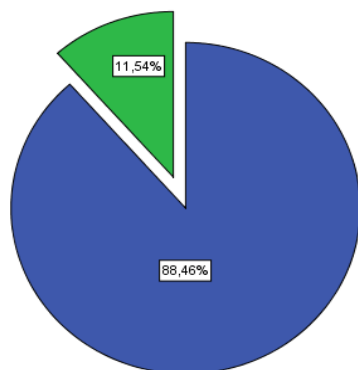


Figura 22. Distribución de los productores de quinua según género.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 32 y Figura 22 se aprecia que hay una prevalencia en lo que respecta a productores del género masculino, observándose que un 88.46% es aún un valor alto, entendiendo que en la actualidad las diferencias de género se han venido superando con el paso de los años. Por lo que se recomienda que las cadenas productivas sean lo más inclusivas posible.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Ninguno	14	26,9	26,9	26,9
	Primaria	10	19,2	19,2	46,2
	Secundaria	24	46,2	46,2	92,3
	Superior	4	7,7	7,7	100,0
	Total	52	100,0	100,0	

Tabla 33. Distribución según el nivel de educación de los productores de quinua.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

■ NINGUNO
■ PRIMARIA
■ SECUNDARIA
■ SUPERIOR

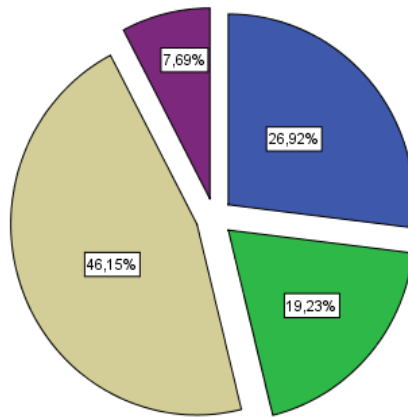


Figura 23. Distribución porcentual del nivel de educación de los productores de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 33 y Figura 23 se observa que los productores de quinua en su mayor cantidad tienen nivel de educación secundaria, seguido de los que no tienen ningún nivel de educación y de los que tienen nivel de educación primaria, se nota también que existe un pequeño porcentaje de agricultores que tienen educación superior.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Menos de 1 hectárea	52	100,0	100,0	100,0

Tabla 34. Distribución de hectáreas que dispone para el cultivo de quinua.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

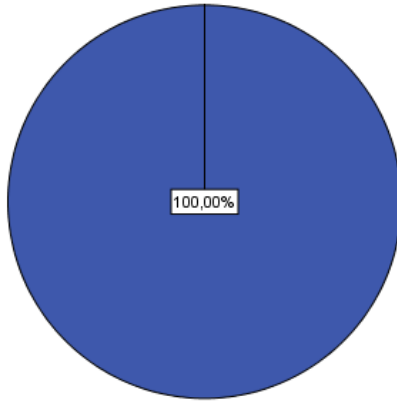


Figura 24. Distribución porcentual de hectáreas que dispone para el cultivo de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 34 y Figura 24 se presenta información en la que se evidencia que, todos los productores de quinua encuestados tienen menos de una hectárea de campo disponible para cultivo. Por lo que en el valle del río Chumbao no se ve grandes productores de quinua que tengan extensiones mayores de campos de cultivo.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	51	98,1	98,1	98,1
	No	1	1,9	1,9	100,0
	Total	52	100,0	100,0	

Tabla 35. Distribución del uso de algún tipo de pesticida/plaguicida en el cultivo de quinua.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

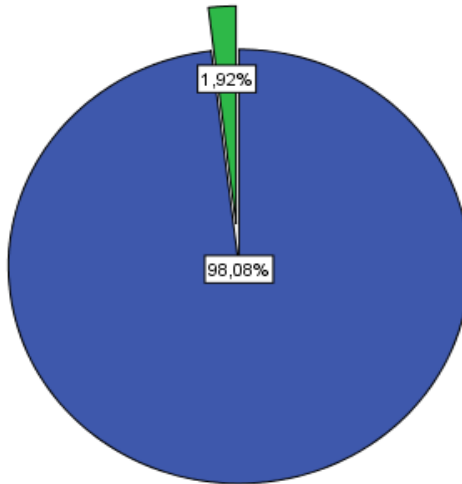


Figura 25. Distribución porcentual del uso de algún tipo de pesticida/plaguicida en el cultivo de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 35 y Figura 25 se puede apreciar que la gran mayoría de los productores de quinua utilizan algún tipo de pesticida y/o plaguicida, los cuales han sido detallados en el análisis cualitativo de las preguntas abiertas.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	36	69,2	69,2	69,2
	No	16	30,8	30,8	100,0
	Total	52	100,0	100,0	

Tabla 36. Distribución del uso de algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

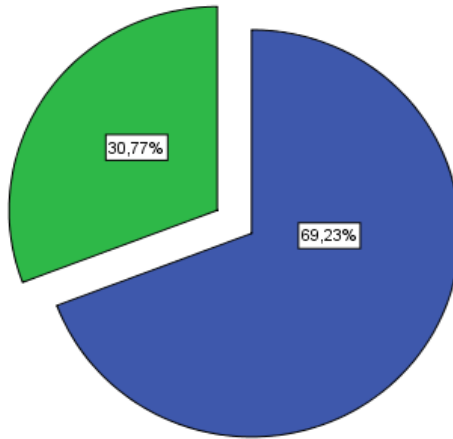


Figura 26. Distribución porcentual del uso de algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 36 y Figura 26 se aprecia que no todos los productores de quinua, tienen el cuidado de utilizar equipos de protección en las labores culturales propias a su actividad productiva. Resaltando que los elementos de protección que más utilizan son máscaras respiratorias que en alguna medida los protegen del contacto con los productos químicos, lo cual puede ser corroborado en la Tabla 37 y Figura 27.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Botas	1	1,9	2,7	2,7
	Mascara respiratoria	29	55,8	78,4	81,1
	Otros	7	13,5	18,9	100,0
	Total	37	71,2	100,0	
Perdidos	Sistema	15	28,8		
Total		52	100,0		

Tabla 37. Distribución de lo que utiliza como protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

■ BOTAS
■ MASCARA RESPIRATORIA
■ OTROS

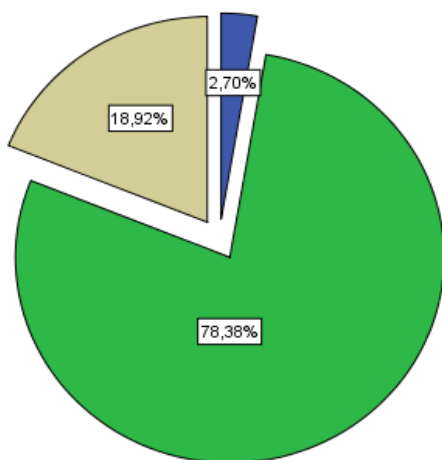


Figura 27. Distribución porcentual de lo que utiliza como protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 38 y Figura 28 se nota que la mitad de los productores encuestados, mencionaron que existen fuentes de agua cercanas a sus chacras, por lo que estos se convierten, posiblemente en el medio de transporte de los pesticidas al río Chumbao.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	25	48,1	48,1	48,1
	No	27	51,9	51,9	100,0
	Total	52	100,0	100,0	

Tabla 38. Distribución sobre la existencia de alguna fuente de agua cercana a su cultivo de quinua.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

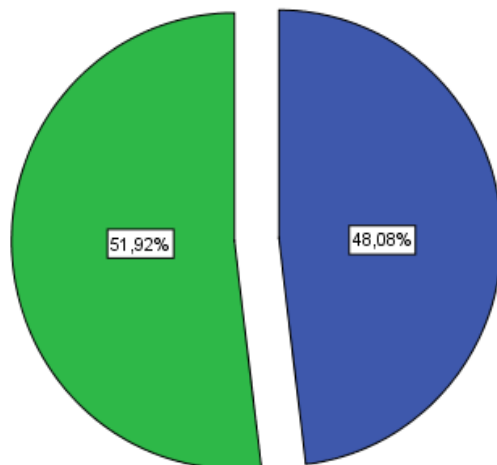


Figura 28. Distribución porcentual sobre la existencia de alguna fuente de agua cercana a su cultivo de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 39 y Figura 29 se muestra que todos los productores de quinua utilizan fertilizantes durante el calendario agrícola y ciclo vegetativo del cultivo de esta importante materia prima.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	52	100,0	100,0	100,0

Tabla 39. Distribución sobre la utilización de algún tipo de fertilizante en el cultivo de quinua.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

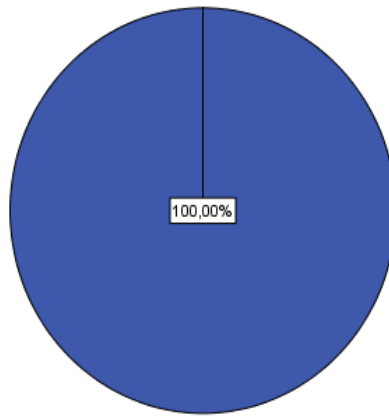


Figura 29. Distribución porcentual sobre la utilización de algún tipo de fertilizante en el cultivo de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

<i>x (clase)</i>	<i>f (frecuencia absoluta)</i>	<i>h (frecuencia relativa)</i>	<i>F (frecuencia absoluta acumulada)</i>	<i>H (frecuencia relativa acumulada)</i>
23	5	10%	5	10%
29	14	27%	19	37%
35	15	29%	34	65%
41	9	17%	43	83%
46	4	8%	47	90%
52	4	8%	51	98%
58	1	2%	52	100%
	52	100%		

Tabla 40. Distribución de frecuencias de la edad de los productores de quinua.

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

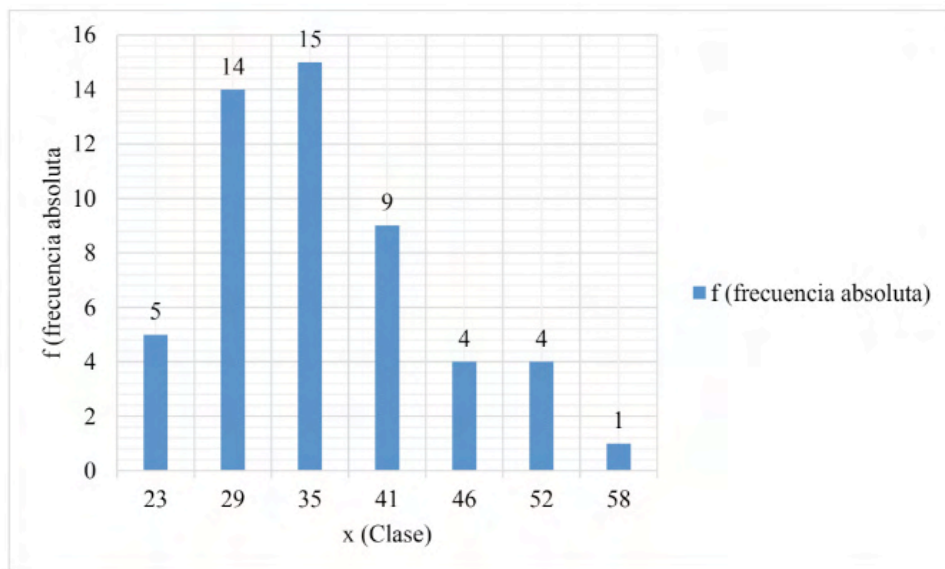


Figura 30. Histograma de la edad de los productores de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 40 y Figura 30 se aprecia que la clase que tiene mayor frecuencia absoluta y relativa corresponde a la edad promedio de 35 años, observándose que los productores de quinua tienen una edad considerada media, debido al auge de esta cadena en la actualidad y que ha sido priorizada por el Gobierno Regional y Gobiernos Locales de la Región Apurímac, en especial en los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo por su potencial de exportación.

Resumen	Valor
Recuento	52
Promedio	36
Desviación Estándar	8.86
Coefficiente de Variación	0.24
Mínimo	20
Máximo	61
Rango	41
Sesgo Estandarizado	1.90
Curtosis Estandarizada	0.44

Tabla 41. Resumen de la estadística descriptiva para la edad de los productores de quinua.

En la Tabla 41 se muestra los estadísticos de resumen para la edad de los productores de quinua, en la que se puede observar una edad promedio de 36 años. También se incluyen otras medidas de tendencia central, variabilidad y forma. Los valores del sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada (entre 2 y -2), indican que los datos provienen de una distribución normal.

3.1.4 Productores de papa y maíz.

Se ha encuestado a una muestra de pobladores del lugar de estudio que se dedican a esta actividad económica productiva. En la Tabla 42 se muestra la cantidad de productores, el número de encuestas fue determinado segmentando a los productores de papa y maíz por su ubicación geográfica distrital.

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

Tabla 42. Distribución de productores de papa y maíz en el valle del Río Chumbao.

Fuente: Dirección de Información Agraria de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas 2020.

En la Tabla 42 se muestra la cantidad de productores de papa y maíz, el número de encuestas fue determinado segmentando a los productores por su ubicación geográfica distrital. En la zona de estudio se hizo una encuesta a 55 productores para conocer los productos químicos que más utilizaban en su cultivo, las cuales fueron aplicadas en el distrito de Andahuaylas: 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. En el distrito de Talavera: Ccaccacha, Mulacancha, Puma Curi, Osccollopampa, Possoccoy, Chihuanpata y Chumbibamba. En el distrito de San jerónimo: Ancatira, Chuspi, Ñahuin, Chaccarapata, Ccoyahuacho, Poltoccsa, Totoral, Ollabamba y Champaccocha. Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollan esta actividad en los distritos del valle del río Chumbao.

En la zona de estudio se encontraron 849 productores de papa y maíz según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizaban pesticidas y plaguicidas como:

Fitoklin, Oncol, Karate Zeon, Lorpyfos, Rotox, Cyperklin y Sherpa entre otros, en el mercado se los encuentran con diferentes nombres comerciales, los cuales son productos tóxicos y tienen un efecto dañino a la salud de los que desarrollan la actividad agrícola y que por su cercanía a las fuentes de agua contaminan a estas, que finalmente se descargan al río Chumbao a través de sus tributarios. Los agricultores piensan 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. La información presentada líneas arriba fue recabada a partir de las preguntas abiertas en las encuestas, a continuación, se muestra la estadística descriptiva para las preguntas cerradas que fueron procesadas en el software IBM SPSS Statistics 25.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	42	76,4	76,4	76,4
	Femenino	13	23,6	23,6	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 43. Distribución de los productores de papa y maíz según género.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

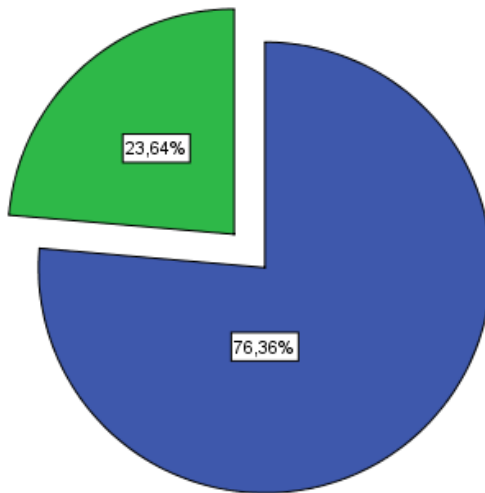


Figura 31. Distribución de los productores de papa y maíz según género.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 43 y Figura 31 se aprecia que hay una prevalencia en lo que respecta a productores del género masculino, observándose que un 76.36% es aún un valor alto, entendiendo que en la actualidad las diferencias de género se han venido superando con el paso de los años. Por lo que se recomienda que las cadenas productivas sean lo más inclusivas posible.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguno	21	38,2	38,2	38,2
	Primaria	13	23,6	23,6	61,8
	Secundaria	14	25,5	25,5	87,3
	Superior	7	12,7	12,7	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 44. Distribución según el nivel de educación de los productores de papa y maíz.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

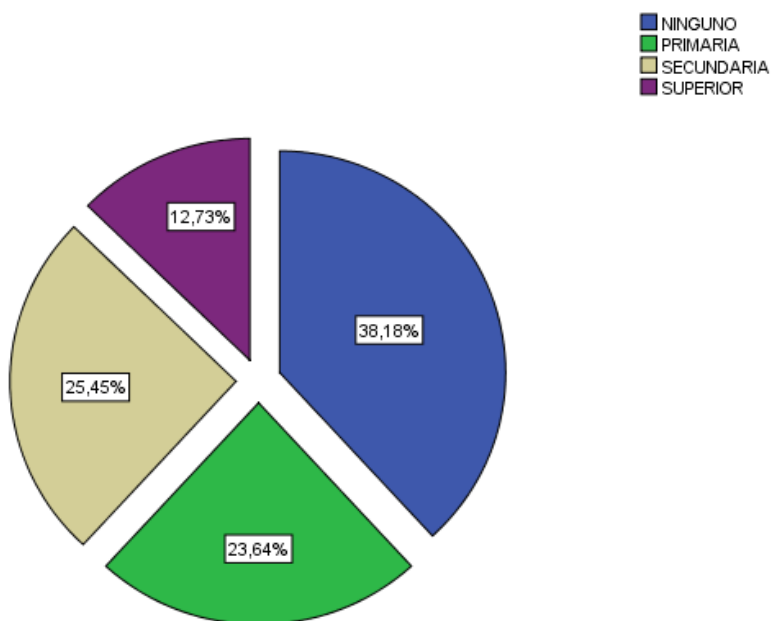


Figura 32. Distribución porcentual del nivel de educación de los productores de papa y maíz.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 44 y Figura 32 se observa que los productores de papa y maíz en su mayor parte tienen ningún nivel de educación, seguido de los que tienen nivel de educación secundaria y nivel de educación primario, se observa que existe un porcentaje menor de agricultores que tienen educación superior.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Maíz	27	49,1	49,1	49,1
	Papa	28	50,9	50,9	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 45. Distribución según tipo de cultivo agrícola.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

■ MAIZ
■ PAPA

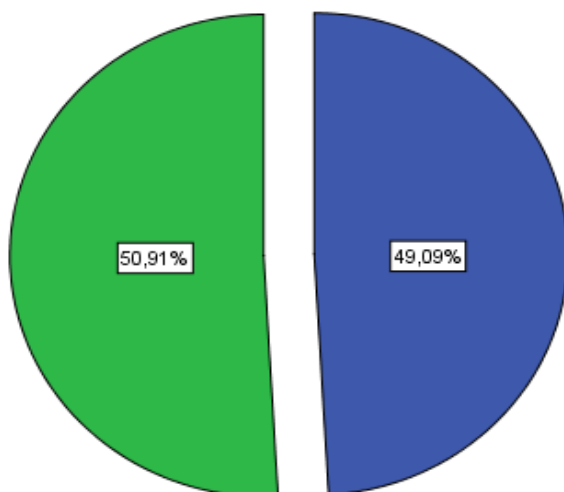


Figura 33. Distribución porcentual según tipo de cultivo.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 45 y Figura 33 se presenta información en la que se observa que se han encuestado a la mitad de productores de maíz que corresponde a un 50.91% y de maíz a un 49.09%, ya que muchas veces dichos cultivos se desarrollan de manera complementaria.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5 a 10 hectáreas	11	20,0	20,0	20,0
	1 a 5 hectáreas	35	63,6	63,6	83,6
	Menos de 1 hectárea	9	16,4	16,4	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 46. Distribución de hectáreas que dispone para el cultivo de papa y maíz.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

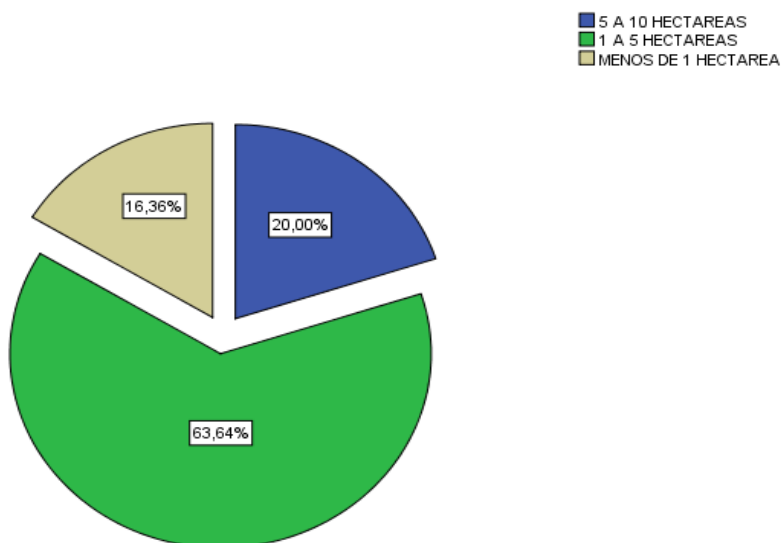


Figura 34. Distribución porcentual de hectáreas que dispone para el cultivo de quinua.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de quinua del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 46 y Figura 34 se presenta información en la que se evidencia que la mayoría de los productores de papa y maíz encuestados tienen menos de una hectárea de campo disponible para ese cultivo, seguido de los que cuentan con 5 a 10 hectáreas y finalmente en menor porcentaje los que tienen menos de una hectárea.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	47	85,5	85,5	85,5
	No	8	14,5	14,5	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 47. Distribución del uso de algún tipo de pesticida/plaguicida en el cultivo de papa y maíz.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

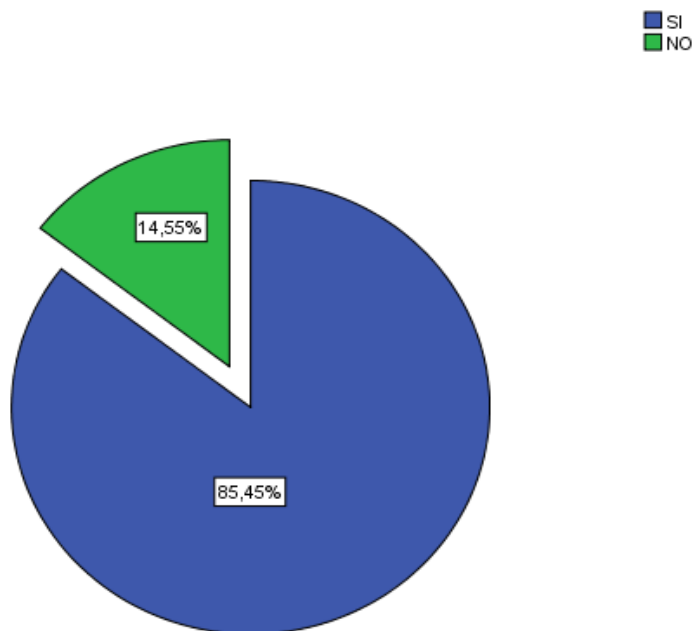


Figura 35. Distribución porcentual del uso de algún tipo de pesticida/plaguicida en el cultivo de papa y maíz.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 47 y Figura 35 se puede apreciar que la gran mayoría de productores de papa y maíz utilizan algún tipo de pesticida y/o plaguicida durante el ciclo vegetativo de la planta los cuales fueron detallados en el análisis cualitativo de las encuestas.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	54,5	54,5	54,5
	No	25	45,5	45,5	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 48. Distribución del uso de algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

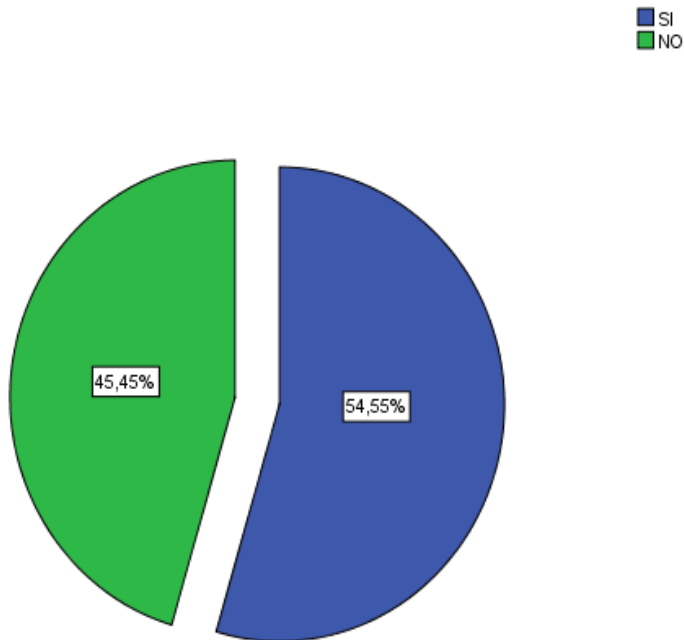


Figura 36. Distribución porcentual del uso de algún tipo de equipo de protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 48 y Figura 36 se aprecia que no todos los productores de papa y maíz, tienen el cuidado de utilizar equipos de protección en las labores culturales propias de su actividad productiva. Resaltando que los elementos de protección que más utilizan son guantes, máscaras respiratorias, botas y delantales que en alguna medida los protegen del contacto con estos productos químicos, lo cual puede ser corroborado también en la Tabla 49 y Figura 37.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Guantes	21	38,2	70,0	70,0
	Botas	3	5,5	10,0	80,0
	Delantales	1	1,8	3,3	83,3
	Mascara respiratoria	5	9,1	16,7	100,0
	Total	30	54,5	100,0	
Perdidos	Sistema	25	45,5		
Total		55	100,0		

Tabla 49. Distribución de lo que utiliza como protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

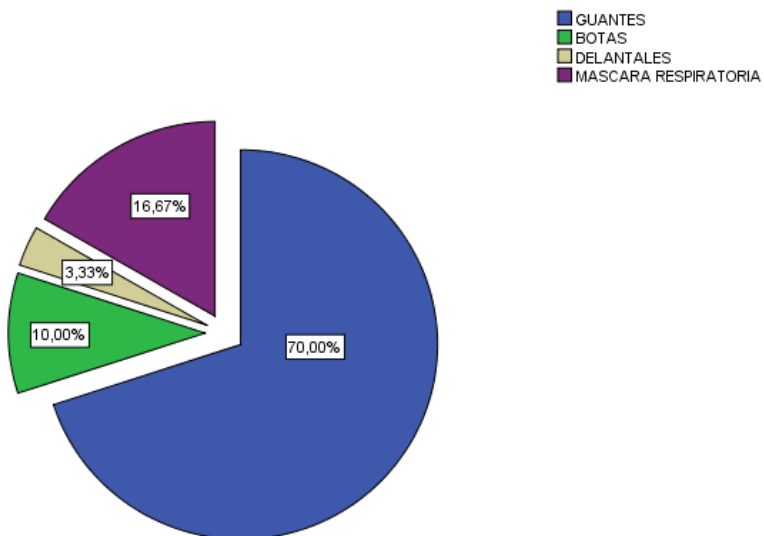


Figura 37. Distribución porcentual de lo que utiliza como protección durante las actividades de aplicación de pesticidas/plaguicidas.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	45	81,8	81,8	81,8
	No	10	18,2	18,2	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 50. Distribución sobre la existencia de alguna fuente de agua cercana a su cultivo de papa y maíz.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

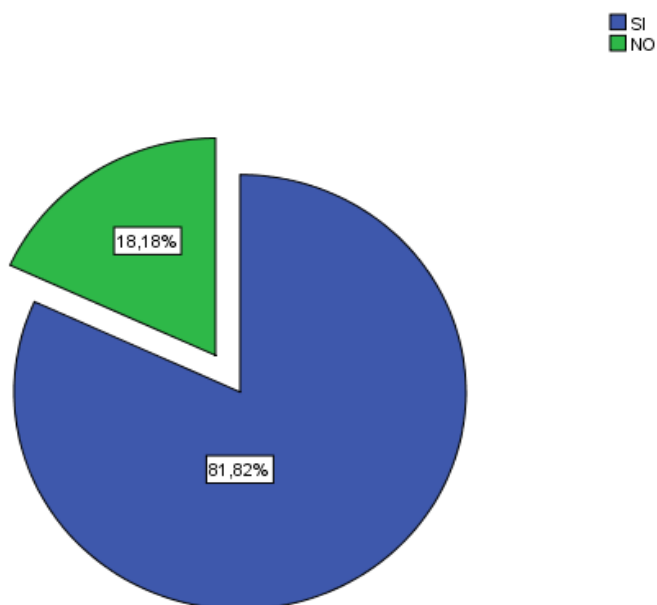


Figura 38. Distribución porcentual sobre la existencia de alguna fuente de agua cercana a su cultivo de papa y maíz.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 50 y Figura 38 se observa que la mayoría de los productores encuestados, mencionaron que existen fuentes de agua cercanas a sus chacras, por lo que estos probablemente sean en el medio de transporte de los pesticidas al río Chumbao.

Detalle		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	51	92,7	92,7	92,7
	No	4	7,3	7,3	100,0
	Total	55	100,0	100,0	

Tabla 51. Distribución sobre la utilización de algún tipo de fertilizante en el cultivo de papa y maíz.

Fuente. Encuesta a productores del Valle del Chumbao 2020.

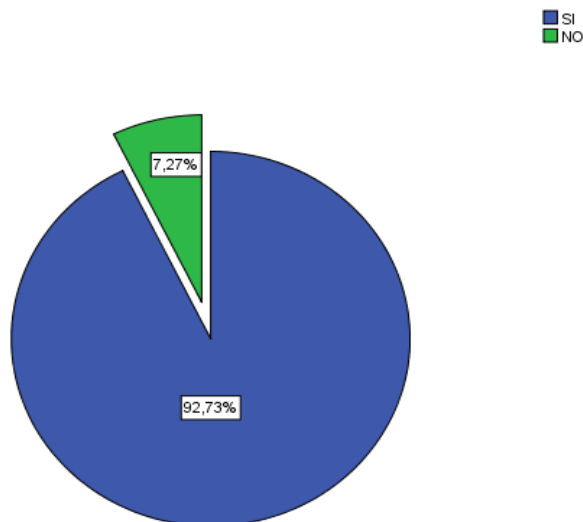


Figura 39. Distribución porcentual sobre la utilización de algún tipo de fertilizante en el cultivo de papa y maíz.

Fuente. Datos de la encuesta a productores de papa y maíz del Valle del Chumbao 2020.

En la Tabla 51 y Figura 39 se muestra que gran parte de los productores de papa y maíz utilizan fertilizantes durante calendario agrícola y ciclo vegetativo de estas importantes materias primas.

x (clase)	f (frecuencia absoluta)	h (frecuencia relativa)	F (frecuencia absoluta acumulada)	H (frecuencia relativa acumulada)
21	14	25%	14	25%
27	8	15%	22	40%
33	7	13%	29	53%
39	12	22%	41	75%
45	3	5%	44	80%
51	7	13%	51	93%
57	4	7%	55	100%
	55	100%		

Tabla 52. Distribución de frecuencias de la edad de los productores de papa y maíz.

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

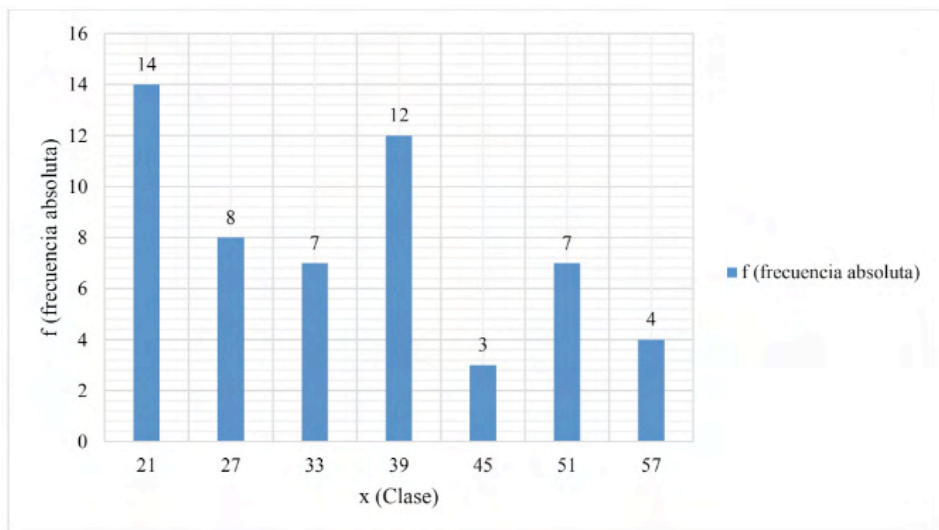


Figura 40. Histograma de la edad de los productores de papa y maíz.

Fuente. Datos de la encuesta a productores del Valle del río Chumbao 2020.

En la Tabla 52 y Figura 40 se aprecia que la clase que tiene mayor frecuencia absoluta y relativa corresponde a la edad promedio de 21 años, observándose que los productores de papa y maíz tienen una edad considerada joven, debido al auge de estas cadenas productivas en la actualidad y que reciben el apoyo del Gobierno Regional y Gobiernos Locales de la Región Apurímac, en especial en los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo por el potencial de producción en estos lugares.

Resumen	Valor
Recuento	55
Promedio	35
Desviación Estándar	11.55
Coefficiente de Variación	0.33
Mínimo	18
Máximo	60
Rango	42
Sesgo Estandarizado	0.81
Curtosis Estandarizada	-1.52

Tabla 53. Resumen de la estadística descriptiva para la edad de los productores de papa y maíz.

La Tabla 53 muestra los estadísticos de resumen para la edad de los productores de papa y maíz, en la que se puede observar una edad promedio de 35 años. También se incluyen otras medidas de tendencia central, variabilidad y forma. Los valores del sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada (entre 2 y -2), indican que los datos provienen de una distribución normal.

En la presente investigación se han estudiado las actividades antrópicas relacionadas a actividades agropecuarias, las cuales fueron: crianza de ganado vacuno, crianza de cuyes, cultivo de quinua, papa y maíz que son las actividades económicas productivas predominantes en el lugar de estudio.

Los encuestados estuvieron conformados por amas de casa, agricultores, ganaderos, estudiantes y jubilados que desarrollan estas actividades, los cuales estuvieron distribuidos en los distritos del valle del río Chumbao (Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo). En el caso de la crianza de ganado vacuno se encontraron 3871 cabezas de ganado bovino según la Dirección de Información Agraria, los cuales son desparasitados mayormente con antihelmínticos comerciales que contienen albendazol y mebendazol efectivos contra oxiuros (*Enterobius*), *Ascaris* (*Ascaris lumbricoides*), Céstodos (*Taenia*), Tricocéfalos (*Trichuris*), Nemátodos (*Toxocara canis* y *Toxocara cati*), también utilizan ivermectina que tiene efecto en muchas lombrices intestinales (excepto tenias), otros productos similares identificados fueron el fenbendazol, triclabendazol, benzimidazol, tetramisol, oxibendazol, imidazotizales o levamisol (ergamizol) como principios activos, y que en el mercado se los encuentran con diferentes nombres comerciales. El control de moscas y otros ectoparásitos se realiza con insecticidas organofosforados y piretroides, como el ectonil® pour on, caravanas over diazinón, cipermetrina, karate zeon, arpon® g y bifentrina entre otros.

En el caso de la crianza de cuyes se encontraron 695 productores según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizan productos como fipronil para fumigar el área

cercana y controlar moscas, garrapatas y plagas, otro producto que utilizan es el baygon entre algunos más que son insecticidas organofosforados y piretroides.

En lo que respecta al cultivo de quinua se encontraron 313 productores según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizan pesticidas y plaguicidas en el cultivo como son: Fitoklin, Oncol, Rotox, Cyperklin, Thiodan, Tifón, Campal, Ridomil, Silvacur, Sherpa, Cupravit y Permetrina, en el mercado se los encuentran con diferentes nombres comerciales.

Para el cultivo de papa y maíz se encontraron 849 productores según la Dirección de Información Agraria, los cuales utilizan pesticidas y plaguicidas en el cultivo como son: Fitoklin, Oncol, Karate Zeon, Lopyfos, Rotox, Cyperklin y Sherpa entre otros.

Los químicos empleados, sobre todo los insecticidas en nombres comerciales diversos son tóxicos, tienen un efecto dañino a la salud de los que desarrollan las actividades productivas en el lugar de estudio y que por su cercanía a las fuentes de agua contaminan a estas, que finalmente se descargan al río Chumbao a través de sus tributarios, En este trabajo no se han encontrado productos destinados al control de malezas.

Los envases de los productos utilizados 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 episodios de intoxicación.

En la mayoría de los casos los establos se encuentran cercanos a fuentes de agua, como sequias o arroyos ubicados 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. Se sabe también de que algunos de los ganaderos utilizan los desechos provenientes de su actividad económica como abono orgánico y los utilizan en sus cultivos. Cabe mencionar también, que realizan la crianza de otras especies animales como es el caso de ganado porcino, ovino entre otros.

Existen otras actividades económicas antrópicas que también producen contaminación en el río Chumbao y que no han sido consideradas en el presente estudio.

Al respecto Martínez y Cruz desarrollaron una investigación en el año (2009) en la zona ganadera de Xico, Veracruz-México, en la que:

“Se aplicaron encuestas a 48 ganaderos para conocer los productos veterinarios y agrícolas que más utilizaban. En la zona de estudio se encontraron 1700 cabezas de ganado bovino que fueron desparasitados con antihelmínticos comerciales que contenían fenbendazol, ivermectina, albendazol o levamisol como principio activo. El control de moscas y otros

ectoparásitos se realizaba con insecticidas organofosforados y piretroides. Las malezas del pastizal fueron controladas en algunos ranchos con herbicidas conteniendo principalmente picloram+2,4-D o glifosato”.

En el estudio realizado en la ciudad de Andahuaylas no se han encontrado productos similares para el control de malezas. Los químicos empleados son tóxicos y seguramente afectan a los insectos que entierran el estiércol del ganado y a otras especies del suelo, así como la salud de los productores.

Villanueva (2016), quien estudió los aspectos culturales de la problemática sobre el uso de pesticidas sintéticos en los pequeños agricultores del sector Huancaco del distrito de Virú - La Libertad-Perú se propuso:

“Demostrar, partiendo del conocimiento que la naturaleza de los pesticidas de por sí ya genera contaminación de agua, aire, suelo, enfermedades humanas de diversa índole; que las características culturales de cada grupo humano pueden influir de manera considerable en que los problemas asociados se manifiesten de manera alarmante. Para eso se estudió el caso específico de la población de agricultores y pobladores en general de la localidad de Huancaco. Esta población presenta características culturales que potencian la probabilidad de generación de riesgos ambientales y contra la salud humana. La manera en que evalúan la importancia de los pesticidas en el proceso productivo por lo que se convierten en insumos de uso indispensable: la deficiente información y la poca conciencia sobre su peligrosidad influyen de manera determinante en su manejo con nulas medidas de seguridad personal y en acciones que se evidencian en la disposición de envases de manera inadecuada, de aplicar compuestos de manera errática”.

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 sanitario.

Chung (2008), en su trabajo sobre control de los contaminantes químicos en el Perú, menciona:

“Que la contaminación del agua, aire, suelo y alimentos es la consecuencia de las actividades que el hombre ha desarrollado para vivir y mejorar su calidad de vida. Sin embargo, el hombre se ha olvidado de vivir en armonía con la naturaleza y de cuidarla. Hoy tenemos un sin número de sustancias químicas y biológicas en el ambiente que significan un riesgo para la salud porque se encuentran en altas concentraciones o debido a su naturaleza tóxica. Para tener referencia y conocimiento del nivel de contaminación que existe en cada lugar, es necesario que existan metodologías y técnicas analíticas, así como normas técnicas referidas al control de contaminantes en el ambiente, es decir en el agua, aire, suelo y alimentos. Actualmente en el país, tenemos reglamentación referida al agua y aire; las normas para agua incluyen parámetros físicos, químicos, elementos y sustancias orgánicas e inorgánicas, las normas para aire están referidas a los contaminantes primarios, mientras que para suelos se consultan las normas internacionales y para alimentos las normas de la FDA (Food and Drug Administration). En el contexto nacional actual, con 9,7% de crecimiento en la productividad y desarrollo de

actividades económicas diversas, es necesario la complementación del marco normativo medioambiental y el desarrollo de la capacidad analítica nacional para la evaluación de sustancias químicas y el control de la contaminación del ambiente, la preservación de los recursos naturales del país y la certificación de productos de exportación y consumo”.

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. 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 las propiedades estudiadas.

Se desarrolló análisis descriptivo y cuantitativo acerca de la presencia de pesticidas en el río Chumbao.

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA PRESENCIA DE PESTICIDAS

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 54 se muestra la distribución porcentual según la utilización de vermícidias e insecticidas, por parte de los productores agropecuarios del valle del río Chumbao.

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

Tabla 54. Distribución según la utilización de vermícidias e insecticidas por parte de los productores agropecuarios.

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 que en el mercado se venden en diferentes nombres 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 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 actividades pecuarias.

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 desarrollan 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 55 se observa el resumen de productos químicos más utilizados por los productores agropecuarios del valle del río Chumbao.

Actividad agropecuaria	Lugares de encuesta	Tipo de Encuestados	Productos químicos utilizados
Crianza de ganado vacuno	Centro Poblado de Totoral, Centro Poblado de Poltoocsa, Puiiso, barrio de Sol Naciente y Champacocha pertenecientes al distrito de San Jerónimo, Así como también en lugares como Cruzpata, Pochcccota 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 (ergamisol). • 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 Poltoocsa, Puiiso, barrio de Sol Naciente y Champacocha pertenecientes al distrito de San Jerónimo, Así como también en lugares como Cruzpata, Pochcccota 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, Huancabamba, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, Pochccota, Ccarancaya y Pampanza. En el distrito de Talavera: Ccaccacha, Mulacancha, Puma Curi, Chihuanpata y Chumbibamba. En el distrito de San Jerónimo: Chuspi, Ñahuin, Chaccarapata, Ccoyahuacho, Poltoccsa, 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.	• Fitoklin, Oncol, Rotox, Cyperklin, Thiodan, Tifón, Campal, Ridomil, 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, Ccompicancha, Centro Poblado de Pucaccasa, Socñacancha, Huayrapata, Tapaya, Campanayocc, Pochcota, 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, Poltoccsa, 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.

Tabla 55. Tabla resumen de productos químicos más utilizados.

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

4.2 ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PESTICIDAS

Los contaminantes emergentes considerados para el análisis cuantitativo, fueron los pesticidas organoclorados (POC) y pesticidas organofosforados (POF), evaluados en los diez sectores de muestreo (las coordenadas geográficas se muestran en la (Tabla 56 y Figura 41), tanto para la época de avenida (marzo del 2019) y estiaje (agosto del 2019). Todos los pesticidas estudiados en todos los sectores de muestreo tanto en avenida como en estiaje, estuvieron por debajo de los límites de cuantificación para cada una de las metodologías utilizadas. Este hecho se puede deber a la estacionalidad, debido a que la recolección de las muestras se realizó en un período de lluvias (avenida), 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.

Sector de Muestreo (avenida y estiaje) Ubicación referencial	Coordenadas geográficas	
	GPS Latitud	GPS Longitud
Sector 1 (S1) Paccoccocha	13°46'45.2" Sur	73°13'50.0" Oeste
Sector 2 (S2) Pampahuasi	13°44'57.6" Sur	73°14'35.7" Oeste
Sector 3 (S3) Parte alta del río Chumbao	13°46'38.4" Sur	73°15'32.3" Oeste
Sector 4 (S4) Parte alta del río Chumbao	13°42'33.5" Sur	73°18'46.1" Oeste
Sector 5 (S5) Antes del distrito de San Jerónimo	13°39'23.5" Sur	73°21'31.0" Oeste
Sector 6 (S6) Frente al Coliseo Nación Chanka	13°39'33.1" Sur	73°22'38.4" Oeste
Sector 7 (S7) Frente al Batallón de Ingeniería	13°39'37.0" Sur	73°23'49.4" Oeste
Sector 8 (S8) Frente al Colegio GREMAR	13°39'27.0" Sur	73°25'51.6" Oeste
Sector 9 (S9) Altura del puente Orconmayo	13°38'18.9" Sur	73°27'09.3" Oeste
Sector 10 (S10) Km 6.51 camino a Posoccoy	13°35'26.2" Sur	73°27'01.1" Oeste

Tabla 56. Coordenadas geográficas de los sectores analizados.

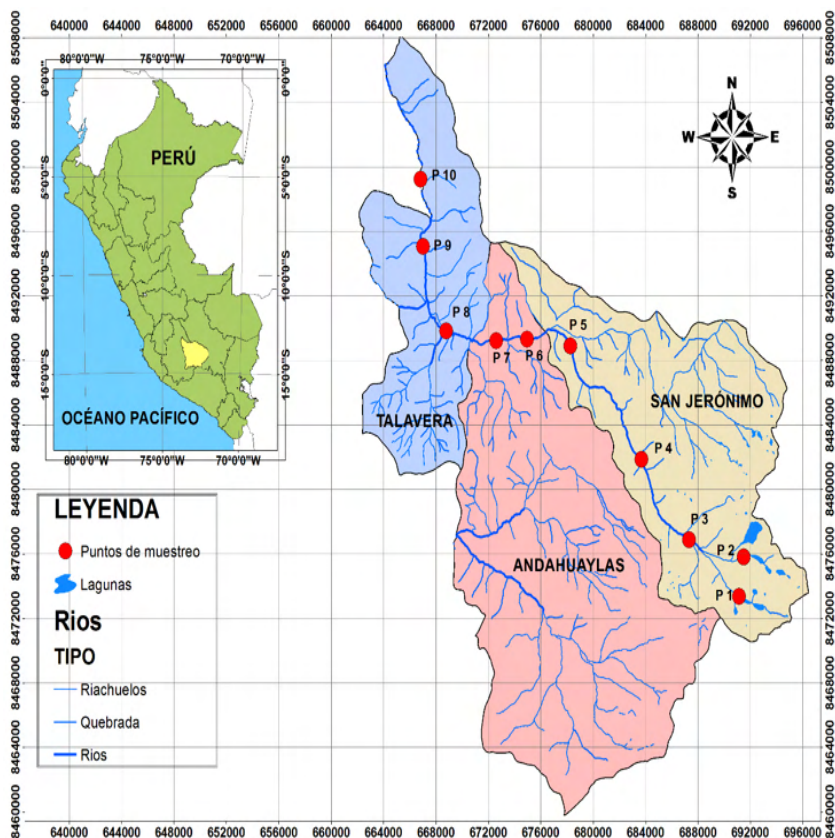


Figura 41. Sectores de muestreo en la cuenca del río Chumbao.

Fuente: Documento obtenido durante el estudio en Arc Gis.

En la Tabla 57 y 58 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.

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 57. Resultados de pesticidas organoclorados 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

Tabla 58. Resultados de pesticidas organofosforados en avenidas y estiaje.

Es conocido 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. 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: elevados costos de análisis y disponibilidad de laboratorios, además se sabe que:

“Los plaguicidas utilizados en la agricultura llegan a los cursos de aguas subterráneas y superficiales (ríos y lagos) fundamentalmente por arrastre y lixiviación, pudiendo contaminar los reservorios de agua para consumo humano que son alimentados por estos recursos hídricos. La dinámica de los plaguicidas en el suelo es muy compleja y depende de una serie de factores que influyen en los procesos antes mencionados” (Dierksmeier *et al.* 2002; Pérez, 2012).

Al respecto otro autor menciona:

“Las sustancias rociadas sobre los cultivos pueden ser lavadas por el agua de lluvia y riego, para luego ser transportadas hacia aguas subterráneas por lixiviación y a aguas superficiales por escorrentía, fenómeno que además

está influenciado por la pendiente del terreno; es decir, el volumen de agua que cae al suelo y la topografía de la zona donde se desarrollan los cultivos son dos de los factores que juegan un papel importante en el riesgo de contaminación de los recursos hídricos por plaguicidas” (Duffner *et al.* 2012; Leistra y Boesten 2012).

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 qué “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 las épocas de lluvias. Los compuestos emergentes estudiados fueron diecinueve principios activos para los pesticidas organoclorados: a-BHC, a-Clordano, Aldrin, B-BHC, D-BHC, Dieldrin, Endosulfan I, Endosulfan II, Endosulfan sulfato, Endrin, Endrin Aldehído, g-BHC, g-Clordano, Heptacloro, Heptacloro Hepóxido, Metoxicloro, P, P'-DDD, P, P'-DDE y P, P'-DDT y veintiséis principios activos para los pesticidas organofosforados: Carbophenothion, Chlorobenzilate, Coumaphos, Diallate, Dimethoate, Dinoseb, Disulfoton, EPN, Ethion, Famphur, Fensulfothion, fenthion, Imidan, Kepone, Leptophos, Malathion, Methyl parathion, Parathion, Phorate, Phosalone, Silvex, Sulfotep, Terbufos, Tetrachlorvinphos y Thionazin, tanto para la época de avenida (marzo del 2019) y estiaje (agosto del 2019), los cuales estuvieron por debajo de los límites de cuantificación para cada contaminante emergente evaluado según las metodologías utilizadas.

En el Perú existe el Decreto Supremo D.S N°001-205-MINAGRI del año 2015, que corresponde al:

“Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso agrícola, cuyo objetivo es prevenir y proteger la salud humana y el ambiente, garantizar la eficacia biológica de los productos, así como orientar su uso y manejo adecuado mediante la adopción de buenas prácticas agrícolas en todas las actividades del ciclo de vida de los plaguicidas. También regula la toxicología en medio acuático (destino ambiental), tasas y vías de degradación en medio acuático, degradación en medio acuático, degradación aeróbica, degradación anaeróbica, hidrólisis acuática, fotólisis acuática y fotólisis en el aire (según clasificación desde rápida pérdida hasta poco volátil de la superficie del agua)”.

Los estándares de calidad ambientales para plaguicidas en aguas (ECAs) de uso poblacional (categoría A1), están detallados en el mencionado Decreto Supremo,

observándose que para plaguicidas organofosforados se tiene: Malatión A1 0.19 mg/L y malatión A2 0.0001 mg/L, para plaguicidas organoclorados se tiene: Aldrin + Dieldrin A1 y A2 0,00003 mg/L, clordano A1 y A2 0,0002 mg/L, DDT A1 y A2 0.01 mg/L, endrin A1 y A2 0.0006 mg/L, heptacloro + heptacloro epóxido A1 y A2 0.00003 mg/L y lindano A1 y A2 0.002 mg/L. En lo que respecta a la conservación del ambiente acuático (categoría A2) se tiene para plaguicidas organofosforados en ríos de la costa y sierra (E-2): Malatión 0,0001 mg/L y parathión 0,000013 mg/L, para plaguicidas organoclorados se tiene: Aldrin 0,000004 mg/L, clordano 0,0000043 mg/L, DDT (Suma de 4,4' DDD y 4,4 DDE) 0,000001 mg/L, dieldrin 0,000056 mg/L, endosulfan 0,000056 mg/L, endrin 0,000036 mg/L, heptacloro 0,0000038 mg/L, heptacloro epóxido 0,0000038 mg/L, lindano 0,00095 mg/L, pentaclorofenol, 0,001 mg/L, para carbamato se tiene: Aldicarb 0,001 mg/L.

En la categoría 3 correspondiente al riego de vegetales y bebida de animales, para riego de cultivo de tallo altos y bajos (D1) en plaguicidas organofosforados se tiene: Parathión 35 ug/l, para plaguicidas organoclorados se tiene: Aldrin 0.004 ug/l, clordano 0.06 ug/l, DDT 0.001ug/l, dieldrin 0.5 ug/l, endosulfan 0.01 ug/l, endrin 0.004 ug/l, heptacloro y heptacloro epóxido 0.01 ug/l, lindano 4 ug/l y para carbamato se tiene: Aldicarb 1 ug/l.

En la misma categoría se tiene que para bebida de animales (D2) en plaguicidas organoclorados se tiene: Parathión 35 ug/l, para plaguicidas organoclorados se tiene: Aldrin 0.7 ug/l, clordano 7 ug/l, DDT 30 ug/l, dieldrin 0.5 ug/l, endosulfan 0.01 ug/l, endrin 0.2 ug/l, heptacloro y heptacloro epóxido 0.03 ug/l, lindano 4 ug/l y para carbamato se tiene: Aldicarb 11 ug/l. En el presente estudio no se han encontrado valores por encima de los límites permisibles, por lo que la información presentada líneas arriba solo es de referencia, se sabe también que el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en el año 2011 en su rol de:

“Organismo público, técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente del Perú encargado de la fiscalización ambiental en todo el territorio peruano, realizó la evaluación de plaguicidas en aguas del río Ocoña ubicado en la provincia de Camaná, perteneciente a la región Arequipa. Reportó valores para los siguientes pesticidas organofosforados: Parathion, malathion, methyl parathion, thionazin, sulfotep, phorate, dimethoate, disulfoton, famphur (famophos), O,O,O-triethylphosphotioate, valores que estuvieron por debajo del límite de detección del método empleado en laboratorio. También se han monitoreado otros ríos como son el río Santa y río Moche (diciembre del 2013 y febrero del 2014 respectivamente), los ríos Coata e llave en marzo del 2014, en los que se monitorearon pesticidas organofosforados como: malatión, paratión etil y paratión metil. Pesticidas organoclorados: DDT, clordano, aldrín dieldrín endosulfan I, endosulfan II, endosulfan sulfato, endrín, endrín aldehído, endrín cetona, lindano heptacloro, heptacloro epóxido, metamidofos y paraquat. Los análisis se realizaron en un laboratorio acreditado por INACAL y en ninguno de los ríos monitoreados se determinó trazas de estos contaminantes”.

Lo cual coincide con los resultados que se han obtenido en el presente estudio,

desarrollado en el río Chumbao, Ocola (2016) menciona que actualmente es imposible imaginar:

“Una agricultura productiva de alto rendimiento sin el concurso de los plaguicidas. Su uso deliberado en el medio ambiente (agua, suelo, flora y fauna), puede estar causando efectos poco conocidos. Tienen efectos adversos en el corto plazo en el ambiente cercano y existe contaminación de aguas superficiales y subterráneas, suelos, flora y fauna afectan el equilibrio fisiológico de todos los organismos expuestos, incluido el hombre. En el agua pueden dañar el plancton, afectando las cadenas tróficas”.

Al respecto Trama (2014), quien estudió el “Efecto de plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos de arroz del bajo Piura” menciona que se:

“Evaluó el tipo de manejo de agroquímicos realizado por los agricultores. Se realizaron 102 entrevistas semi-estructuradas al azar, a los agricultores que en ese momento estaban sembrando arroz. Se detectaron 8 plaguicidas en los análisis de laboratorio, de los cuales 7 son altamente peligrosos y uno (Clorobencilato) está prohibido para el Perú desde el año 1999. Dos de plaguicidas (Carbosulfán y Etoprofos) fueron detectados en concentraciones mayores al límite máximo permitido. La mayoría de los agricultores no utilizan medidas de protección para aplicar los plaguicidas y los envases no son dispuestos de forma adecuada”.

Por otro lado, Guerrero y Otiniano (2012), estudiaron el “Impacto en agroecosistemas generado por pesticidas en los sectores Vichanzao, El Moro, Santa Lucía de Moche y Mochica Alta, Valle de Santa Catalina, La Libertad, Perú”. Investigación en la que:

“Se aplicaron encuestas para la obtención de la información, recolectando de manera directa las declaraciones de los agricultores. Se concluyó, que la proliferación de fitopatógenos *Phytophthora infestan*, *Fusarium sp*, *Puccinia sorghi schewein*, *Oidium sp* y *Botrytis sp*, son consecuencias de las deficiencias de actividades agrícolas, los tipos de pesticidas usados por agricultores y otros contaminantes (sobrante de aplicaciones, envases vacíos y basura común), debido a la falta de educación en manejo de cultivos, desconocimiento de un sistema adecuado de Manejo Integrado de Plagas, el uso continuo de pesticidas en algunos sectores de estudio ha generado como impacto la infertilidad del terreno, disminución de la entomofauna benéfica y algunas enfermedades en los agricultores”.

Además, Guerrero y Chico (2011), quienes estudiaron el “Uso de pesticidas en el Valle Santa Catalina, La Libertad (Perú)” indican que:

“Teniendo en cuenta la necesidad de desarrollar sistemas de lucha integral contra las plagas dándole participación a las diversas formas de control: biológico, conductual, socioeconómico, cultural, ambiental y químico, así como sistemas de vigilancia epidemiológica de los efectos de los plaguicidas en trabajadores y en comunidades expuestas directa o indirectamente, se

propuso una investigación dirigida a determinar el uso y disposición final de los pesticidas en el Valle de Santa Catalina, Trujillo (Perú). Las zonas de muestreo fueron divididas de acuerdo a las comisiones de regantes del Valle Santa Catalina: El Moro, Vichanzao, Santa María Valdivia, Los Comunes, Mochica Alta, Santo Domingo Conache y Santa Lucía de Moche, teniendo un total de 1517 usuarios, y cuya muestra de evaluación fue 469 agricultores. Se encontró que los organofosforados (60%) y los carbamatos (30%) constituyen los pesticidas mayormente utilizados y que la disposición final de los residuales no es adecuada porque en la mayoría de casos los depósitos son tirados a la basura. Se concluyó que en el Valle Santa Catalina los organofosforados son los pesticidas de mayor uso y que hay tendencia al cada vez menor uso de organoclorados”.

Cruz (2017), quien desarrollo un “Estudio sobre la situación actual del consumo de pesticidas en el Perú” indica qué:

“El registro, la distribución y la comercialización de plaguicidas de uso agrícola está regulado por normas nacionales e internacionales que se desprenden de los acuerdos entre los países de la Comunidad Andina como medida regulatoria a fin de formalizar el comercio justo de dichos insumos y que prevengan riesgos medioambientales y a la salud del ser humano. El SENASA, regula todo lo concerniente a plaguicidas agrícolas en el Perú. En ese sentido, el trabajo realizado permitió explicar la evolución de importaciones y el costo que el mismo representa durante el período comprendido entre 2010 y 2016. Se analizó los diversos datos, éstos mostraron que los plaguicidas de uso agrícola, están aumentando sostenidamente conforme transcurren los años, asimismo en el 2016 los plaguicidas químicos de uso agrícola son mayormente importados que los plaguicidas biológicos (95.5% a 5.5% respectivamente), por otro lado analizando los datos proporcionados por SENASA, las importaciones directas de plaguicidas para consumo propio (Régimen de promoción a la productividad agraria ley 30190), corresponden al 3.42 % del total de las importaciones de plaguicidas de uso agrícola del 2016. Pero es necesario hacer presente que el volumen importado de plaguicidas biológicos, si bien es cierto es pequeño su demanda se va consolidando. A la vez, los datos obtenidos permiten concluir que la demanda de plaguicidas agrícolas se incrementa por la presencia de nuevas tierras cultivables, mayormente generadas por nuevos proyectos implementados por el gobierno”.

Serna en el año 2016 en su investigación “Evaluación de residuos de plaguicidas en muestras de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) cultivadas en la provincia de Andahuaylas” reportó concentraciones de residuos de cuatro compuestos en quinua blanca orgánica los cuales fueron: Carbofuran 0.037 mg/kg, chloropyriphos-ethyl 0.027 mg/kg, thiabendazole 0.111 mg/kg y thiophanate-methyl 0.044 mg/kg siendo los límites máximos permisibles para exportación a la unión europea: Carbofuran 0.01 mg/kg, chloropyriphos-ethyl 0.05 mg/kg, thiabendazole 0.05 mg/kg y thiophanate-methyl 0.01 mg/kg. Lo cual indica que, si existe el uso de diversos productos agrícolas en el cultivo de la quinua, por lo que debería extenderse su estudio al suelo, así como también a las aguas superficiales y subterráneas del lugar en análisis.

Se logró describir las actividades agropecuarias, observándose que el incremento gradual de éstas en la cuenca, ocasionando un mayor uso de pesticidas organoclorados y organofosforados, además originan un incremento en los valores de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas a medida que el agua sigue su curso por la cuenca del río, 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.

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Se han estudiado las propiedades fisicoquímicas a nivel cualitativo y cuantitativo, con la finalidad de determinar la incidencia de las actividades agropecuarias en estas propiedades, lo cual se ha realizado a nivel explicativo. En la Tabla 59 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.

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

Tabla 59. Distribución según la existencia de fuentes de agua cercanas a las actividades que desarrollan.

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

También se procesaron las preguntas abiertas de los cuestionarios cuyo análisis fue cualitativo, 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 60.

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 dieron una respuesta positiva, 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, caprino, así como la actividad piscícola.

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, industriales, etc. Que no han sido estudiadas en el presente trabajo.

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 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 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 utilizan 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.	Utilizan en sus cultivos desechos orgánicos de otras actividades pecuarias que desarrollan.

Tabla 60. Tabla resumen sobre fuentes de agua cercanas y tratamiento de desechos.

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, potencial de hidrógeno y conductividad eléctrica. Las cuales fueron determinadas en diez sectores a lo largo del río Chumbao, durante las temporadas de avenida y estiaje.

5.2 VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

La calidad del agua en los ecosistemas acuáticos continentales es motivo de gran preocupación, debido al creciente deterioro que estos están experimentando, lo cual origina problemas de contaminación que provocan la pérdida de la biodiversidad en los ríos. Estos cambios han generado en las últimas décadas, la necesidad de evaluar y gestionar mejor los efectos antrópicos sobre los ecosistemas. En los países avanzados, las políticas relacionadas al agua han sido implementadas en su legislación; mientras que en los países en vías de desarrollo se continúa priorizando sólo el abastecimiento y tratamiento del agua para consumo.

La degradación de la calidad del agua es un factor limitante en su disponibilidad para diversos usos, así como en la supervivencia de todas las formas de vida en el medio acuático. Las proyecciones de escasez de agua en el futuro son cada vez más alarmantes. Se conoce que en algunas cuencas hidrográficas del Perú ya se han presentado conflictos por el problema de disponibilidad de agua, se ha observado también la disminución del caudal y la contracción de humedales. Este comportamiento conduce a graves riesgos para la salud humana, degradación ecológica y deterioro de la calidad ambiental, lo cual es alarmante (Karimi *et al.*, 2022).

Los datos obtenidos en los diez sectores de monitoreo, en épocas de avenida y estiaje durante el período 2019 (Tabla 61 y 63), se evaluaron mediante análisis de conglomerados utilizando la metodología de Ward de distancia euclidiana como índice de similitud. La correlación entre los parámetros de calidad del agua se determinó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. El análisis de MANOVA se realizó para demostrar las diferencias significativas existentes entre las estaciones de muestreo y las temporadas (avenida y estiaje).

En la Tabla 62 y 64 se muestran los valores promedio y desviación estándar de los indicadores fisicoquímicos del agua según sector de muestreo y temporada.

Temporada	Año	Sector	Potencial de Hidrógeno	Conductividad	Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO)	Nivel de oxígeno disuelto (OD)	Temperatura	Sólidos totales disueltos (STD)	Turbidez	Fosfatos	Nitratos	Alcalinidad	Dureza
			pH		uS/cm	mgO ₂ /L		mg O ₂ /L		°C	mg/L		
Avenida	2019	S1	7,12	26,91	0,00	4,17	9,82	12,30	0,90	0,00	0,00	1,07	3,81
Avenida	2019	S1	7,00	25,40	0,00	4,12	9,80	12,00	0,50	0,00	0,00	0,87	3,21
Avenida	2019	S1	6,88	23,89	0,00	4,07	9,78	11,70	0,10	0,00	0,00	0,67	2,61
Avenida	2019	S2	7,12	31,31	0,00	4,17	10,03	16,10	1,60	0,00	0,00	1,80	5,30
Avenida	2019	S2	7,10	29,30	0,00	4,15	10,00	15,00	1,40	0,00	0,00	1,20	4,32
Avenida	2019	S2	7,08	27,29	0,00	4,13	9,97	13,90	1,20	0,00	0,00	0,60	3,34
Avenida	2019	S3	7,46	38,26	0,00	4,37	10,51	19,20	2,48	0,00	0,00	3,07	5,73
Avenida	2019	S3	7,38	37,18	0,00	4,30	10,50	19,00	2,30	0,00	0,00	2,56	5,02
Avenida	2019	S3	7,30	36,10	0,00	4,23	10,49	18,80	2,12	0,00	0,00	2,05	4,31
Avenida	2019	S4	7,73	44,00	2,10	4,81	10,16	22,00	4,20	0,05	0,00	2,90	6,30
Avenida	2019	S4	7,71	46,00	2,69	4,79	10,20	24,00	4,20	0,05	0,00	3,40	7,80
Avenida	2019	S4	7,50	44,00	2,74	4,76	10,15	20,00	4,40	0,05	0,00	3,10	6,80
Avenida	2019	S5	7,73	52,00	2,10	5,86	11,49	26,00	11,30	1,50	0,00	21,00	45,60
Avenida	2019	S5	7,70	50,00	2,02	5,85	11,34	26,00	11,30	1,49	0,00	20,00	43,50
Avenida	2019	S5	7,86	52,00	2,22	5,84	11,39	25,00	11,20	1,48	0,00	19,80	43,10
Avenida	2019	S6	8,07	85,00	9,80	7,47	12,98	43,00	23,40	0,91	0,00	26,50	80,20
Avenida	2019	S6	8,15	88,00	9,87	7,45	12,86	43,00	23,20	0,91	0,00	27,20	82,30
Avenida	2019	S6	8,09	86,00	9,98	7,43	12,92	44,00	24,50	0,92	0,00	26,40	79,90
Avenida	2019	S7	8,12	107,00	28,00	7,78	14,01	54,00	29,10	1,70	0,00	33,00	99,90
Avenida	2019	S7	8,09	108,00	28,12	7,74	14,23	59,00	30,40	1,69	0,00	33,90	102,70
Avenida	2019	S7	8,10	110,00	29,00	7,70	14,00	56,00	28,80	1,67	0,00	33,50	101,50
Avenida	2019	S8	7,90	153,00	58,00	7,29	15,74	77,00	65,30	1,72	0,00	36,60	110,90
Avenida	2019	S8	7,70	155,00	58,34	7,23	15,64	75,00	68,20	1,70	0,00	35,70	108,20
Avenida	2019	S8	8,00	155,00	59,01	7,17	15,34	78,00	64,70	1,68	0,00	35,70	108,20
Avenida	2019	S9	8,00	276,00	90,00	6,43	15,81	138,00	98,00	2,08	0,00	42,50	98,80
Avenida	2019	S9	7,98	280,00	91,40	6,40	15,62	141,00	102,30	2,07	0,00	44,80	101,10
Avenida	2019	S9	8,09	277,00	92,00	6,37	15,81	139,00	99,40	2,06	0,00	43,90	102,10
Avenida	2019	S10	8,34	336,00	114,00	7,86	16,86	168,00	142,50	0,62	0,00	57,90	199,50
Avenida	2019	S10	8,80	335,00	115,00	7,83	16,43	166,00	143,90	0,62	0,00	58,30	201,10
Avenida	2019	S10	8,45	340,00	117,03	7,80	16,51	170,00	144,20	0,62	0,00	58,50	201,80

Tabla 61. Propiedades fisicoquímicas en temporada de avenida.

PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
pH	S1	Media (DE)	7,00	0,12	STD	S1	Media (DE)	12,00	0,30
		Rango	7,12	6,88			Rango	12,30	11,70
	S2	Media (DE)	7,10	0,02		S2	Media (DE)	15,00	1,10
		Rango	7,12	7,08			Rango	16,10	13,90
	S3	Media (DE)	7,38	0,08		S3	Media (DE)	19,00	0,20
		Rango	7,46	7,30			Rango	19,20	18,80
	S4	Media (DE)	7,65	0,13		S4	Media (DE)	22,00	2,00
		Rango	7,73	7,50			Rango	24,00	20,00
	S5	Media (DE)	7,76	0,09		S5	Media (DE)	25,67	0,58
		Rango	7,86	7,70			Rango	26,00	25,00
	S6	Media (DE)	8,10	0,04		S6	Media (DE)	43,33	0,58
		Rango	8,15	8,07			Rango	44,00	43,00
	S7	Media (DE)	8,10	0,02		S7	Media (DE)	56,33	2,52
		Rango	8,12	8,09			Rango	59,00	54,00
	S8	Media (DE)	7,87	0,15		S8	Media (DE)	76,67	1,53
		Rango	8,00	7,70			Rango	78,00	75,00
	S9	Media (DE)	8,41	0,06		S9	Media (DE)	157,67	1,53
		Rango	8,09	7,98			Rango	141,00	138,00
	S10	Media (DE)	8,53	0,24		S10	Media (DE)	168,00	2,00
		Rango	8,80	8,34			Rango	170,00	166,00
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
Conductividad	S1	Media (DE)	25,40	1,51	Turbidez	S1	Media (DE)	0,50	0,40
		Rango	26,91	23,89			Rango	0,90	0,10
	S2	Media (DE)	29,30	2,01		S2	Media (DE)	1,40	0,20
		Rango	31,31	27,29			Rango	1,60	1,20
	S3	Media (DE)	37,18	1,08		S3	Media (DE)	2,30	0,18
		Rango	38,26	36,10			Rango	2,48	2,12
	S4	Media (DE)	44,67	1,15		S4	Media (DE)	4,27	0,12
		Rango	46,00	44,00			Rango	4,40	4,20
	S5	Media (DE)	51,33	1,15		S5	Media (DE)	11,27	0,06
		Rango	52,00	50,00			Rango	11,30	11,20

	S6	Media (DE)	86,33	1,53		S6	Media (DE)	23,70	0,70
		Rango	88,00	85,00			Rango	24,50	23,20
	S7	Media (DE)	108,33	1,53		S7	Media (DE)	29,43	0,85
		Rango	110,00	107,00			Rango	30,40	28,80
	S8	Media (DE)	154,33	1,15		S8	Media (DE)	66,07	1,87
		Rango	155,00	153,00			Rango	68,20	64,70
	S9	Media (DE)	316,00	2,08		S9	Media (DE)	128,60	2,19
		Rango	280,00	276,00			Rango	102,30	98,00
	S10	Media (DE)	337,00	2,65		S10	Media (DE)	143,53	0,91
		Rango	340,00	335,00			Rango	144,20	142,50
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
DBO	S1	Media (DE)	0,00	0,00	Fosfatos	S1	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,00	0,00
	S2	Media (DE)	0,00	0,00		S2	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,00	0,00
	S3	Media (DE)	0,00	0,00		S3	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,00	0,00
	S4	Media (DE)	2,51	0,36		S4	Media (DE)	0,05	0,00
		Rango	2,74	2,10			Rango	0,05	0,05
	S5	Media (DE)	2,11	0,10		S5	Media (DE)	1,49	0,01
		Rango	2,22	2,02			Rango	1,50	1,48
	S6	Media (DE)	9,88	0,09		S6	Media (DE)	0,91	0,01
		Rango	9,98	9,80			Rango	0,92	0,91
	S7	Media (DE)	28,37	0,55		S7	Media (DE)	1,69	0,02
		Rango	29,00	28,00			Rango	1,70	1,67
	S8	Media (DE)	58,45	0,51		S8	Media (DE)	1,70	0,02
		Rango	59,01	58,00			Rango	1,72	1,68
	S9	Media (DE)	107,00	1,03		S9	Media (DE)	1,10	0,01
		Rango	92,00	90,00			Rango	2,08	2,06
	S10	Media (DE)	115,34	1,54		S10	Media (DE)	0,62	0,00
		Rango	117,03	114,00			Rango	0,62	0,62
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
OD	S1	Media (DE)	4,12	0,05	Nitratos	S1	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	4,17	4,07			Rango	0,00	0,00

	S2	Media (DE)	4,15	0,02		S2	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	4,17	4,13			Rango	0,00	0,00
	S3	Media (DE)	4,30	0,07		S3	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	4,37	4,23			Rango	0,00	0,00
	S4	Media (DE)	4,79	0,03		S4	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	4,81	4,76			Rango	0,00	0,00
	S5	Media (DE)	5,85	0,01		S5	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	5,86	5,84			Rango	0,00	0,00
	S6	Media (DE)	7,45	0,02		S6	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	7,47	7,43			Rango	0,00	0,00
	S7	Media (DE)	7,74	0,04		S7	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	7,78	7,70			Rango	0,00	0,00
	S8	Media (DE)	7,23	0,06		S8	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	7,29	7,17			Rango	0,00	0,00
	S9	Media (DE)	7,35	0,03		S9	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	6,43	6,37			Rango	0,00	0,00
	S10	Media (DE)	7,83	0,03		S10	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	7,86	7,80			Rango	0,00	0,00
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
Temperatura	S1	Media (DE)	9,80	0,02	Alcalinidad	S1	Media (DE)	0,87	0,20
		Rango	9,82	9,78			Rango	1,07	0,67
	S2	Media (DE)	10,00	0,03		S2	Media (DE)	1,20	0,60
		Rango	10,03	9,97			Rango	1,80	0,60
	S3	Media (DE)	10,50	0,01		S3	Media (DE)	2,56	0,51
		Rango	10,51	10,49			Rango	3,07	2,05
	S4	Media (DE)	10,17	0,03		S4	Media (DE)	3,13	0,25
		Rango	10,20	10,15			Rango	3,40	2,90
	S5	Media (DE)	11,41	0,08		S5	Media (DE)	20,27	0,64
		Rango	11,49	11,34			Rango	21,00	19,80
	S6	Media (DE)	12,92	0,06		S6	Media (DE)	26,70	0,44
		Rango	12,98	12,86			Rango	27,20	26,40
	S7	Media (DE)	14,08	0,13		S7	Media (DE)	33,47	0,45
		Rango	14,23	14,00			Rango	33,90	33,00
	S8	Media (DE)	15,57	0,21		S8	Media (DE)	36,00	0,52
		Rango	15,74	15,34			Rango	36,60	35,70

	S9	Media (DE)	16,37	0,11		S9	Media (DE)	53,37	1,16
		Rango	15,81	15,62			Rango	44,80	42,50
	S10	Media (DE)	16,60	0,23		S10	Media (DE)	58,23	0,31
		Rango	16,86	16,43			Rango	58,50	57,90
	PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva		2019				
	Dureza	S1	Media (DE)	3,21	0,60				
			Rango	3,81	2,61				
		S2	Media (DE)	4,32	0,98				
			Rango	5,30	3,34				
		S3	Media (DE)	5,02	0,71				
			Rango	5,73	4,31				
		S4	Media (DE)	6,97	0,76				
			Rango	7,80	6,30				
		S5	Media (DE)	44,07	1,34				
			Rango	45,60	43,10				
		S6	Media (DE)	80,80	1,31				
			Rango	82,30	79,90				
		S7	Media (DE)	101,37	1,40				
			Rango	102,70	99,90				
		S8	Media (DE)	109,10	1,56				
			Rango	110,90	108,20				
		S9	Media (DE)	167,57	1,69				
			Rango	102,10	98,80				
		S10	Media (DE)	200,80	1,18				
			Rango	201,80	199,50				

Tabla 62. Estadística descriptiva en temporada de avenida.

Temporada	Año	Sector	Potencial de Hidrógeno	Conductividad	Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO)	Nivel de oxígeno disuelto (OD)	Temperatura	Sólidos totales disueltos (STD)	Turbidez	Fosfatos	Nitratos	Alcalinidad	Dureza
			pH	uS/cm	mgO ₂ /L	mg O ₂ /L	°C	mg/L	NFU	mg PO ₄ /L	mg NO ₃ /L	mg CaCO ₃ /L	mg CaCO ₃ /L
Estiaje	2019	S1	7,41	63,12	0,00	5,28	10,02	26,40	0,06	0,00	0,00	3,20	11,60
Estiaje	2019	S1	7,40	60,01	0,00	5,23	10,01	26,00	0,05	0,00	0,00	3,10	11,40
Estiaje	2019	S1	7,39	56,90	0,00	5,18	10,00	25,60	0,04	0,00	0,00	3,00	11,20
Estiaje	2019	S2	7,63	80,78	0,00	5,37	10,03	30,70	0,11	0,00	0,00	4,98	13,70
Estiaje	2019	S2	7,60	79,73	0,00	5,31	10,01	30,00	0,09	0,00	0,00	4,52	13,20
Estiaje	2019	S2	7,57	78,68	0,00	5,25	9,99	29,30	0,07	0,00	0,00	4,06	12,70
Estiaje	2019	S3	7,82	87,63	0,00	5,51	10,73	43,30	0,13	0,00	0,00	7,57	19,00
Estiaje	2019	S3	7,80	85,62	0,00	5,47	10,72	42,10	0,12	0,01	0,00	7,36	18,60
Estiaje	2019	S3	7,78	83,61	0,00	5,43	10,71	40,90	0,11	0,02	0,00	7,15	18,20
Estiaje	2019	S4	8,45	104,00	0,00	7,79	10,86	52,00	0,00	0,05	0,00	9,20	19,60
Estiaje	2019	S4	8,46	106,00	0,00	7,73	10,86	53,00	0,00	0,05	0,00	9,50	20,70
Estiaje	2019	S4	8,47	106,00	0,00	7,73	10,86	53,00	0,60	0,05	0,00	9,50	20,70
Estiaje	2019	S5	9,31	214,00	40,00	8,72	19,21	107,00	19,20	0,17	0,00	19,80	43,00
Estiaje	2019	S5	9,34	214,00	39,00	8,46	19,22	107,00	17,90	0,17	0,00	19,20	41,80
Estiaje	2019	S5	9,34	214,00	40,00	8,43	19,23	107,00	15,60	0,17	0,00	19,40	42,10
Estiaje	2019	S6	7,98	434,00	186,00	5,17	22,28	217,00	28,90	1,31	0,00	24,40	74,00
Estiaje	2019	S6	7,97	434,00	184,00	5,19	22,28	217,00	29,40	1,31	0,00	24,80	75,30
Estiaje	2019	S6	7,98	435,00	187,00	5,19	22,29	217,00	28,00	1,31	0,00	24,20	73,20
Estiaje	2019	S7	8,43	468,00	52,00	8,04	21,24	234,00	15,30	1,64	0,00	27,60	85,60
Estiaje	2019	S7	8,44	468,00	51,00	8,01	21,24	234,00	15,60	1,64	0,00	28,60	86,80
Estiaje	2019	S7	8,44	468,00	50,00	8,03	21,24	234,00	15,30	1,64	0,00	28,00	84,80
Estiaje	2019	S8	7,51	803,00	146,00	2,21	22,96	402,00	59,60	1,52	0,00	36,00	109,00
Estiaje	2019	S8	7,51	804,00	146,00	2,23	22,95	402,00	63,80	1,52	0,00	35,10	106,30
Estiaje	2019	S8	7,51	804,00	144,00	2,18	22,94	402,00	63,80	1,52	0,00	35,50	107,60
Estiaje	2019	S9	7,60	865,00	46,00	5,12	20,57	432,00	38,50	1,86	0,00	47,10	110,60
Estiaje	2019	S9	7,60	870,00	47,00	5,03	20,58	435,00	37,90	1,87	0,00	48,80	113,50
Estiaje	2019	S9	7,59	871,00	49,00	5,18	20,59	435,00	37,50	1,87	0,00	48,90	113,70
Estiaje	2019	S10	8,61	905,00	7,00	7,93	19,13	453,00	24,40	1,01	0,00	49,00	169,00
Estiaje	2019	S10	8,61	906,00	6,00	7,93	19,13	453,00	24,60	1,02	0,00	49,40	170,30
Estiaje	2019	S10	8,61	906,00	7,00	7,87	19,14	453,00	24,00	1,02	0,00	49,60	171,10

Tabla 63. Propiedades fisicoquímicas en temporada de estiaje.

PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
pH	S1	Media (DE)	7,40	0,01	STD	S1	Media (DE)	26,00	0,40
		Rango	7,41	7,39			Rango	26,40	25,60
	S2	Media (DE)	7,60	0,03		S2	Media (DE)	30,00	0,70
		Rango	7,63	7,57			Rango	30,70	29,30
	S3	Media (DE)	7,80	0,02		S3	Media (DE)	42,10	1,20
		Rango	7,82	7,78			Rango	43,30	40,90
	S4	Media (DE)	8,46	0,01		S4	Media (DE)	52,67	0,58
		Rango	8,47	8,45			Rango	53,00	52,00
	S5	Media (DE)	9,33	0,02		S5	Media (DE)	107,00	0,00
		Rango	9,34	9,31			Rango	107,00	107,00
	S6	Media (DE)	7,98	0,01		S6	Media (DE)	217,00	0,00
		Rango	7,98	7,97			Rango	217,00	217,00
	S7	Media (DE)	8,44	0,01		S7	Media (DE)	234,00	0,00
		Rango	8,44	8,43			Rango	234,00	234,00
	S8	Media (DE)	7,51	0,00		S8	Media (DE)	402,00	0,00
		Rango	7,51	7,51			Rango	402,00	402,00
	S9	Media (DE)	7,60	0,01		S9	Media (DE)	434,00	1,73
		Rango	7,60	7,59			Rango	435,00	432,00
	S10	Media (DE)	8,61	0,00		S10	Media (DE)	453,00	0,00
		Rango	8,61	8,61			Rango	453,00	453,00
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
Conductividad	S1	Media (DE)	60,01	3,11	Turbidez	S1	Media (DE)	0,05	0,01
		Rango	63,12	56,90			Rango	0,06	0,04
	S2	Media (DE)	79,73	1,05		S2	Media (DE)	0,09	0,02
		Rango	80,78	78,68			Rango	0,11	0,07
	S3	Media (DE)	85,62	2,01		S3	Media (DE)	0,12	0,01
		Rango	87,63	83,61			Rango	0,13	0,11
	S4	Media (DE)	105,33	1,15		S4	Media (DE)	0,20	0,35
		Rango	106,00	104,00			Rango	0,60	0,00
	S5	Media (DE)	214,00	0,00		S5	Media (DE)	17,57	1,82
		Rango	214,00	214,00			Rango	19,20	15,60
	S6	Media (DE)	434,33	0,58		S6	Media (DE)	28,77	0,71
		Rango	435,00	434,00			Rango	29,40	28,00
	S7	Media (DE)	468,00	0,00		S7	Media (DE)	15,40	0,17
		Rango	468,00	468,00			Rango	15,60	15,30
	S8	Media (DE)	803,67	0,58		S8	Media (DE)	62,40	2,42
		Rango	804,00	803,00			Rango	63,80	59,60
	S9	Media (DE)	868,67	3,21		S9	Media (DE)	37,97	0,50
		Rango	871,00	865,00			Rango	38,50	37,50
	S10	Media (DE)	905,67	0,58		S10	Media (DE)	24,33	0,31
		Rango	906,00	905,00			Rango	24,60	24,00
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
DBO	S1	Media (DE)	0,00	0,00	Fosfatos	S1	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,00	0,00
	S2	Media (DE)	0,00	0,00		S2	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,00	0,00
	S3	Media (DE)	0,00	0,00		S3	Media (DE)	0,01	0,01
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,02	0,00
	S4	Media (DE)	0,00	0,00		S4	Media (DE)	0,05	0,00
		Rango	0,00	0,00			Rango	0,05	0,05
	S5	Media (DE)	39,67	0,58		S5	Media (DE)	0,17	0,00
		Rango	40,00	39,00			Rango	0,17	0,17
	S6	Media (DE)	185,67	1,53		S6	Media (DE)	1,31	0,00
		Rango	187,00	184,00			Rango	1,31	1,31
	S7	Media (DE)	51,00	1,00		S7	Media (DE)	1,64	0,00
		Rango	52,00	50,00			Rango	1,64	1,64
	S8	Media (DE)	145,33	1,15		S8	Media (DE)	1,52	0,00
		Rango	146,00	144,00			Rango	1,52	1,52
	S9	Media (DE)	47,33	1,53		S9	Media (DE)	1,87	0,01
		Rango	49,00	46,00			Rango	1,87	1,86
	S10	Media (DE)	6,67	0,58		S10	Media (DE)	1,02	0,01
		Rango	7,00	6,00			Rango	1,02	1,01
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
OD	S1	Media (DE)	5,23	0,05	Nitratos	S1	Media (DE)	0,00	0,00

		Rango	5,28	5,18			Rango	0,00	0,00
	S2	Media (DE)	5,31	0,06		S2	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	5,37	5,25			Rango	0,00	0,00
	S3	Media (DE)	5,47	0,04		S3	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	5,51	5,43			Rango	0,00	0,00
	S4	Media (DE)	7,75	0,03		S4	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	7,79	7,73			Rango	0,00	0,00
	S5	Media (DE)	8,54	0,16		S5	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	8,72	8,43			Rango	0,00	0,00
	S6	Media (DE)	5,18	0,01		S6	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	5,19	5,17			Rango	0,00	0,00
	S7	Media (DE)	8,03	0,02		S7	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	8,04	8,01			Rango	0,00	0,00
	S8	Media (DE)	2,21	0,03		S8	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	2,23	2,18			Rango	0,00	0,00
	S9	Media (DE)	5,11	0,08		S9	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	5,18	5,03			Rango	0,00	0,00
	S10	Media (DE)	7,91	0,03		S10	Media (DE)	0,00	0,00
		Rango	7,93	7,87			Rango	0,00	0,00
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
Temperatura	S1	Media (DE)	10,01	0,01	Alcalinidad	S1	Media (DE)	3,10	0,10
		Rango	10,02	10,00			Rango	3,20	3,00
	S2	Media (DE)	10,01	0,02		S2	Media (DE)	4,52	0,46
		Rango	10,03	9,99			Rango	4,98	4,06
	S3	Media (DE)	10,72	0,01		S3	Media (DE)	7,36	0,21
		Rango	10,73	10,71			Rango	7,57	7,15
	S4	Media (DE)	10,86	0,00		S4	Media (DE)	9,40	0,17
		Rango	10,86	10,86			Rango	9,50	9,20
	S5	Media (DE)	19,22	0,01		S5	Media (DE)	19,47	0,31
		Rango	19,23	19,21			Rango	19,80	19,20
	S6	Media (DE)	22,28	0,01		S6	Media (DE)	24,47	0,31
		Rango	22,29	22,28			Rango	24,80	24,20
	S7	Media (DE)	21,24	0,00		S7	Media (DE)	28,07	0,50
		Rango	21,24	21,24			Rango	28,60	27,60
	S8	Media (DE)	22,95	0,01		S8	Media (DE)	35,53	0,45
		Rango	22,96	22,94			Rango	36,00	35,10
	S9	Media (DE)	20,58	0,01		S9	Media (DE)	48,27	1,01
		Rango	20,59	20,57			Rango	48,90	47,10
	S10	Media (DE)	19,13	0,01		S10	Media (DE)	49,33	0,31
		Rango	19,14	19,13			Rango	49,60	49,00
PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019		PFQ	Sector de muestreo	Estadística descriptiva	2019	
Dureza	S1	Media (DE)	11,40	0,20		S1	Media (DE)	11,40	0,20
		Rango	11,60	11,20			Rango	11,60	11,20
	S2	Media (DE)	13,20	0,50		S2	Media (DE)	13,20	0,50
		Rango	13,70	12,70			Rango	13,70	12,70
	S3	Media (DE)	18,60	0,40		S3	Media (DE)	18,60	0,40
		Rango	19,00	18,20			Rango	19,00	18,20
	S4	Media (DE)	20,33	0,64		S4	Media (DE)	20,33	0,64
		Rango	20,70	19,60			Rango	20,70	19,60
	S5	Media (DE)	42,30	0,62		S5	Media (DE)	42,30	0,62
		Rango	43,00	41,80			Rango	43,00	41,80
	S6	Media (DE)	74,17	1,06		S6	Media (DE)	74,17	1,06
		Rango	75,30	73,20			Rango	75,30	73,20
	S7	Media (DE)	85,73	1,01		S7	Media (DE)	85,73	1,01
		Rango	86,80	84,80			Rango	86,80	84,80
	S8	Media (DE)	107,63	1,35		S8	Media (DE)	107,63	1,35
		Rango	109,00	106,30			Rango	109,00	106,30
	S9	Media (DE)	112,60	1,73		S9	Media (DE)	112,60	1,73
		Rango	113,70	110,60			Rango	113,70	110,60
	S10	Media (DE)	170,13	1,06		S10	Media (DE)	170,13	1,06
		Rango	171,10	169,00			Rango	171,10	169,00

Tabla 64. Estadística descriptiva en temporada de avenida.

Los resultados del potencial de hidrogeno (pH) evaluados durante la temporada de avenida oscilaron entre 7.00 a 8.53, mientras que en el período de estiaje entre 7.51 a 8.61, los valores promedio de pH reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 7.40 y 8.07 respectivamente. Se puede apreciar que el pH se incrementa 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 estándares de calidad ambiental (ECA), cuyo rango permisible es de 6.5 a 9.0 para la conservación de ríos y lagunas.

Los valores de conductividad (CON) reportados durante la época de avenida, oscilaron entre 25.40 uS/cm a 337.00 uS/cm, mientras que en la temporada de estiaje entre 60.01 uS/cm a 905.67 uS/cm, los valores promedio de conductividad eléctrica reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 115.15 y 402.50 uS/cm respectivamente. Los resultados de la conductividad eléctrica, mostraron valores altos durante la temporada de estiaje comparada con la temporada de lluvias, variaciones temporales similares fueron reportadas por Gamarra et al. (2018), estas variaciones se deben principalmente a las descargas de aguas residuales sin tratamiento, así como el arrastre del material particulado al cauce del río. En cuanto, a los estándares de calidad del agua se tiene establecido como valor máximo 1000 μ S/cm (D.S. 004-2017-MINAM), cumpliéndose con este límite en todos los sectores de muestreo.

Los niveles de la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO), durante la época de avenida oscilaron entre 0.00 mgO₂/L a 115.34 mgO₂/L, mientras que en estiaje entre 0.00 mg O₂/L a 185.67 mg O₂/L, los valores promedio de DBO reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 30.80 y 47.57 mgO₂/L respectivamente. Los cuales 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.

El oxígeno disuelto (OD) se determinó de manera independiente en los sectores de muestreo seleccionados a través del indicador OD. Los valores reportados durante la temporada de avenida oscilaron entre 4.12 mgO₂/L y 7.83 mgO₂/L, mientras que en estiaje estuvieron entre 2.21 mgO₂/L y 8.54 mgO₂/L. Los valores promedio de OD reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 5.99 y 6.10 mgO₂/L respectivamente, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental aprobados, con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM se indica en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático para ríos de la sierra, el oxígeno disuelto deberá ser \geq 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.

Torres *et al.*, (2010), observaron “Que el nivel de OD para el río Cauca ubicado a 1000 msnm en 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 solidos 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 resultados de la temperatura (T) en grados centígrados durante la época de avenida estuvieron entre 9.80 °C a 16.60 °C, mientras que en temporada de estiaje entre 10.01 °C a 22.95 °C, los valores promedio de temperatura reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 12.68 °C y 16.74 °C respectivamente. Los valores de la temperatura del agua del río en los puntos de muestreo, se incrementan conforme se baja aguas abajo en los sectores de muestreo, lo cual es un comportamiento lógico.

Los niveles de sólidos totales disueltos (STD) durante la época de avenida estuvieron 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, los valores promedio de STD reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 57.73 y 199.78 mg/L respectivamente. 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 l 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).

Los valores de turbidez (TUR) durante avenida oscilaron entre 0.50 FNU a 143.53 FNU, mientras que en estiaje entre 0.05 FNU a 62.40 FNU. Los resultados promedio de turbidez reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 38.25 y 18.70 FNU respectivamente. 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 explotación minera no metálica (agregados para construcción), lo cual ocasiona graves problemas en el ambiente acuático y en el suministro de agua para el uso en otras actividades antrópicas.

Los niveles de fosfatos (FOS) durante avenida estuvieron entre 0.00 mg/L a 2.07 mg/L, mientras que en estiaje entre 0.00 mg/L a 1.87 mg/L. Los valores promedio de fosfatos reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 0.85 y 0.76 mg/L respectivamente. 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; Huang, Chen y Jaffé, 2018).

Los resultados de nitratos (NIT) estuvieron por debajo del límite de detección, 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). En el decreto supremo N° 004-2017-MINAM 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 límites máximos permisibles establecidos en los ECA.

El oxígeno disuelto (OD) se determinó de manera independiente en los sectores de muestreo seleccionados a través del indicador OD, los valores reportados durante la temporada de avenida estuvieron entre 4.12 mgO₂/L y 7.83 mgO₂/L, mientras que en época de estiaje entre 2.21 mgO₂/L y 8.54 mgO₂/L, los valores promedio de OD reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 5.99 y 6.10 mgO₂/L respectivamente. Es importante considerar “los nitratos en aguas, ya que concentraciones mayores de 10 y 45 mg NO₃/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).

Los valores de alcalinidad (ALC) durante avenida oscilaron entre 0.87 mg CaCO₃/L a 58.23 mg CaCO₃/L, mientras que en estiaje entre 3.10 mg CaCO₃/L a 49.33 mg CaCO₃/L, los valores promedio de alcalinidad reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 22.62 y 22.95 mg CaCO₃/L respectivamente. En los valores resultantes del análisis de alcalinidad se pudo apreciar que, durante la temporada de estiaje los valores fueron altos, resultados similares fueron reportados por Gamarra *et al.*, (2018). Esta variación se debe a la concentración de carbonatos, bicarbonatos e iones hidroxilos en el agua, agregados que están relacionadas directamente con la productividad del agua (Doménech 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 está asociado a diversos factores, entre ellos 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 del dióxido de carbono. (Leibowitz *et al.*, 2017).

Los niveles de dureza (DUR) durante el periodo de avenida oscilaron entre 3.21 a 200.80 mg CaCO₃/L mientras que en estiaje entre 11.40 a 170.13 mg CaCO₃/L. Los valores promedio de dureza reportados para las temporadas de avenida y estiaje fueron 65.63 y 65.61 mg CaCO₃/L respectivamente. 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 las temporadas 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.

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 un 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, consideraron 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 la Figura 42 se muestran los resultados del análisis de correlación de Spearman, en la que se observa la existencia de una correlación positiva entre las propiedades fisicoquímicas estudiadas. Las interacciones marcadas (x) no están correlacionadas.

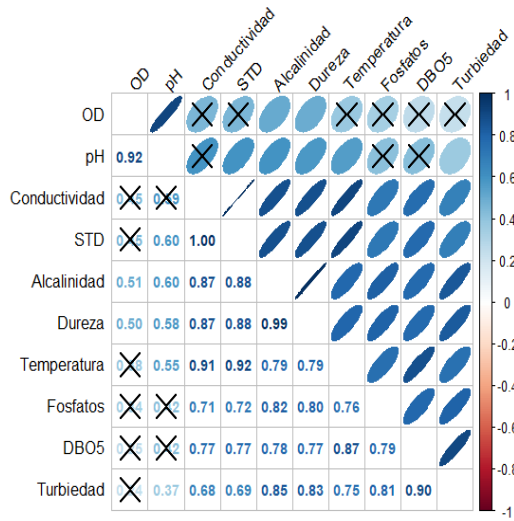


Figura 42. Correlación de Spearman de las propiedades fisicoquímicas del río Chumbao.

El análisis multivariado de la varianza (MANOVA) se observa en la Tabla 65, en la que se puede observar que existen diferencias significativas entre cada grupo con respecto a los indicadores evaluados (valor $p < 0.05$). También se muestra que existen diferencias significativas entre un sector y otro definidas no solo por el espacio, sino también por la temporada de muestreo (valor $p < 0.05$).

Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Valor p.
Intersección	Traza de Pillai	1,000	604375,188 ^b	10,000	31,000	,000
	Lambda de Wilks	,000	604375,188 ^b	10,000	31,000	,000
	Traza de Hotelling	194959,738	604375,188 ^b	10,000	31,000	,000
	Raíz mayor de Roy	194959,738	604375,188 ^b	10,000	31,000	,000
Sector de muestreo	Traza de Pillai	8,067	8,785	190,000	400,000	,000
	Lambda de Wilks	,000	710,824	190,000	297,471	,000
	Traza de Hotelling	112709,250	17321,632	190,000	292,000	,000
	Raíz mayor de Roy	86560,792	182233,246 ^c	19,000	40,000	,000

a. Diseño : Intersección + Sector de muestreo

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

Tabla 65. Análisis multivariado de la varianza (MANOVA).

En las Figuras 43 y 44 se muestra el análisis de conglomerados basado en las propiedades fisicoquímicas de la calidad del agua del río Chumbao. Los sectores se dividieron en 4 grupos principales a una distancia euclidiana de 5, mostrando un patrón significativo de asociación y similitud. En el grupo 1 se incluyó los sectores SA1, SA2, SA3, SE1, SE2, SA4 y SE3, sin la presencia de pesticidas organoclorados, organofosforados y nitratos, con valores normales de OD y pH (Tabla 66). Este resultado coincide con lo reportado en el cluster para variables, ya que existe una distancia significativa entre las similitudes. El grupo 2 estuvo formado por los sectores SA6, SA7, SA5 y SE5 en donde se observaron actividades urbanas predominantemente, con niveles de contaminación cercanos a los determinados en los grupos 3 y 4. El grupo 3 estuvo conformado por los sectores SE6, SE9 y SE8 y el grupo 4 estuvo conformado por los sectores SE7, SE10, SA8, SA9 y SA10, en los que se registraron los valores más altos en las propiedades de calidad del agua estudiadas en las temporadas de evaluación. Estos resultados indican una elevada presión antropogénica que vienen experimentando los grupos 3 y 4 principalmente.

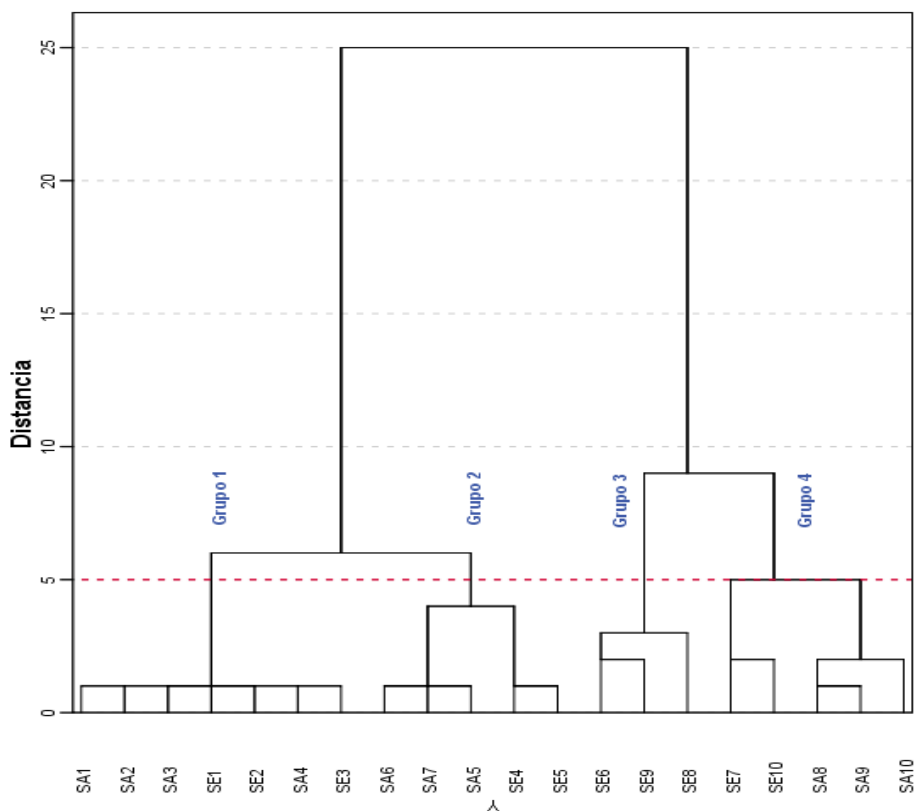


Figura 43. Análisis de conglomerados por sectores de muestreo.

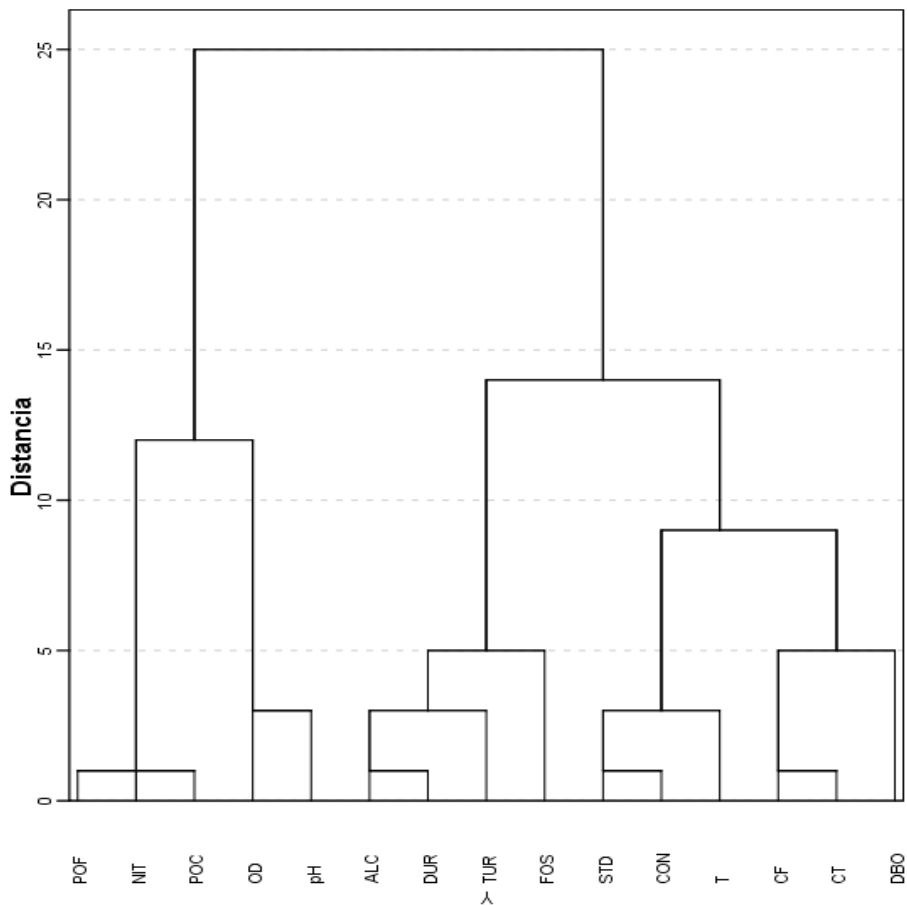


Figura 44. Análisis de conglomerados por indicadores fisicoquímicos.

PFQ	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
POC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
POF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OD	4,77	0,58	6,18	1,82	6,35	1,63	4,17	1,69
pH	7,42	0,29	8,35	0,60	8,29	0,33	7,70	0,25
DBO	0,39	1,02	16,01	17,32	64,52	41,40	126,11	71,14
NIT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T	10,24	0,33	13,70	3,34	17,66	2,46	21,94	1,22
TUR	1,25	1,57	16,47	11,31	69,85	53,35	43,05	17,38
STD	23,73	10,17	57,00	30,36	214,20	144,98	351,00	117,15
CON	51,70	24,01	113,06	60,82	428,53	289,63	702,22	234,27
ALC	3,21	2,21	21,86	8,97	43,07	11,67	36,09	11,91
DUR	8,96	5,64	57,77	32,63	133,29	49,56	98,13	20,90
FOS	0,01	0,02	0,86	0,75	1,41	0,58	1,57	0,28
CF	3,57	9,45	577,80	819,92	3200,00	3654,45	35000,00	16454,48
CT	0,00	0,00	300,10	447,13	1064,00	2202,66	12833,33	6601,77

Tabla 66. Estadísticos descriptivos de los indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua en el río Chumbao para diferentes grupos espacio-temporales.

El análisis de datos sobre el comportamiento espacial y temporal de los indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua del río Chumbao, así como el análisis de conglomerados, clasificó el conjunto de datos de los sectores evaluados en cuatro grupos, según la similitud de las propiedades fisicoquímicas estudiadas y reveló la influencia de los procesos naturales y antrópicos sobre éstos. Ésta información, puede ser utilizada para mejorar la gestión del agua en el río Chumbao, especialmente en los sectores de la zona urbana, en donde se observan los niveles de contaminación más elevados.

6.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS

Se han estudiado las propiedades microbiológicas a nivel cualitativo y cuantitativo, con la finalidad de determinar la incidencia de las actividades agropecuarias en estas propiedades, lo cual se ha realizado a nivel descriptivo. En la Tabla 67, 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, sin embargo, estas no han sido estudiadas en el presente trabajo.

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

Tabla 67. Distribución según el tratamiento que se realiza a los desechos que se producen en las actividades agropecuarias.

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

En la Tabla 67 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.

6.2 VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS 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 68, 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.

Sectores de muestreo	Coliformes totales (UFC/mL) Avenida	Coliformes totales (UFC/mL) Estiaje
S1	0	0
S2	0	0
S3	0	0
S4	25	14
S5	50	325
S6	2000	25500
S7	500	1100
S8	2000	54000
S9	9500	25500
S10	3000	400

Tabla 68. Resultados de coliformes totales.

b. Variación espacial y temporal de coliformes fecales.

b.1. Coliformes fecales.

Los resultados de coliformes fecales (CF) se muestran en la Tabla 69, se puede observar que, 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.

Sectores de muestreo	Coliformes fecales (UFC/mL) Avenida	Coliformes fecales (UFC/mL) Estiaje
S1	0	0
S2	0	0
S3	0	0
S4	0	0.5
S5	0	0
S6	1000	7000
S7	500	250
S8	0	20000
S9	5000	11500
S10	0	70

Tabla 69. Resultados de coliformes fecales.

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, 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 el presente libro, 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.

INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LAS PROPIEDADES ESTUDIADAS

7.1 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Se realizó el análisis de componentes principales (ACP), en el que se retuvieron los 3 primeros componentes según el criterio de Kaiser (autovalores mayores a 1), con estos se logró explicar el 86.99 % de la variabilidad de los datos originales.

El análisis de componentes principales de las Figuras 45 y 46 realizado en las variables fisicoquímicas y microbiológicas, muestra con claridad el proceso de degradación del recurso hídrico en el río Chumbao en las temporadas de avenida y estiaje, debido al efecto de los vertimientos de las aguas residuales provenientes de las actividades agropecuarias, comerciales, domésticas e industriales que se desarrollan en la microcuenca.

En la parte izquierda de las mencionadas figuras, en color verde se encuentran los sectores de muestreo que se localizan en la parte alta del valle del río Chumbao, en estas estaciones no se presenta contaminación importante; en el caso del sector 1, sector 2, sector 3 y sector 4, la turbiedad para ambas temporadas está por debajo del límite máximo permisible para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (Ministerio del Ambiente, 2017), debido a que en los alrededores de los sectores no se observan aún actividades antrópicas contaminantes.

Las estaciones de color amarillo indican una posición intermedia en contaminación por actividades agropecuarias y aguas residuales domésticas. Estos sectores tienen un grado importante de contaminación tanto en avenida como en estiaje. Los sectores de muestreo de color rojo y negro, son los sectores de muestreo con mayor degradación del recurso hídrico; estos sectores presentan bajas concentraciones de OD y valores altos de las demás variables fisicoquímicas, originado por la alteración del río con aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, que ocasionan el incremento de la DBO, temperatura, turbidez, STD, conductividad, dureza, alcalinidad, fosfatos, coliformes totales y fecales. Estas estaciones situadas en el casco urbano presentan valores altos en relación a estas propiedades, son producto del alto contenido de materia orgánica del vertimiento de las aguas residuales domésticas en los distritos de Andahuaylas y Talavera principalmente.

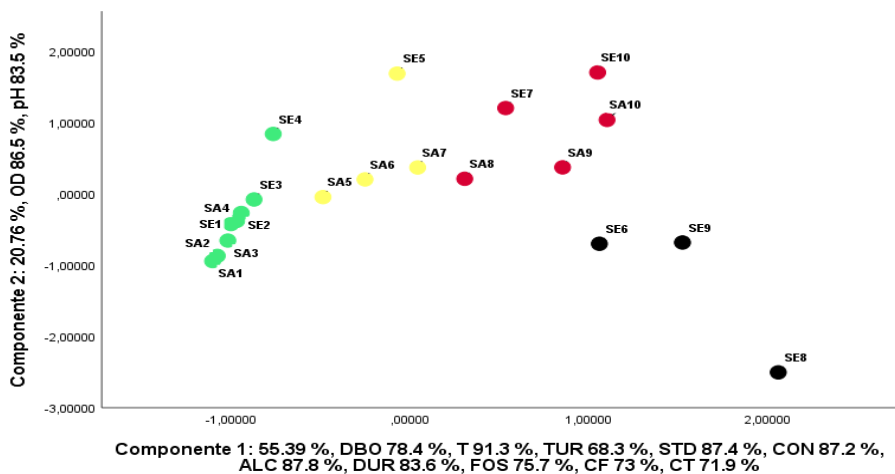


Figura 45. Distribución espacial de las estaciones en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 2 en temporada de lluvias, río Chumbao, Perú.

Para el componente 3 la mayoría de estaciones se localizan en la parte central de la gradiente ambiental de la variable que la conforma, notándose que en los sectores de muestreo de las zonas urbanas de los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera se observaron niveles elevados de coliformes totales y fecales, los cuales están asociados a los niveles bajos de conductividad y STD (Figura 48).

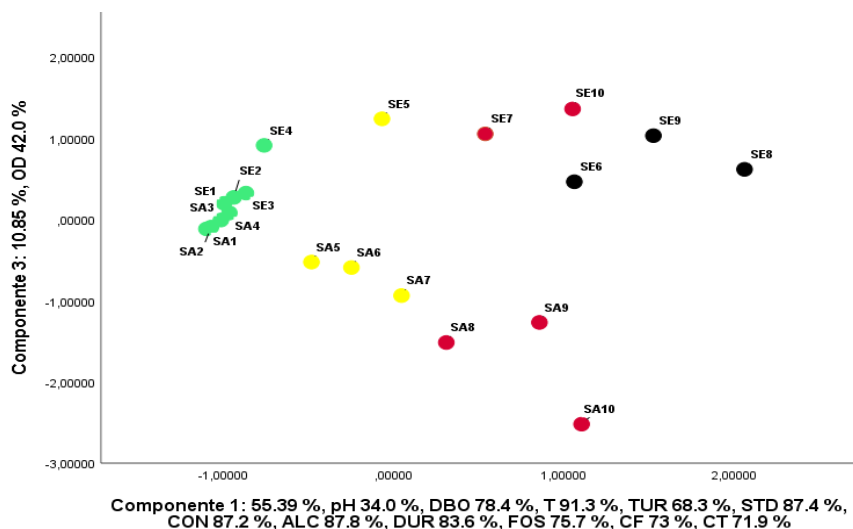


Figura 46. Distribución espacial de las estaciones en la gradiente de contaminación de los componentes 1 y 3 en temporada de estiaje, río Chumbao, Perú.

En la Figura 47 se muestra la matriz tridimensional de componentes de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas estudiadas, en la que el componente 1 explica la variabilidad de los datos originales en un 55.39 %, el componente 2 un 20.76% y finalmente el componente 3 un 10.85 %.

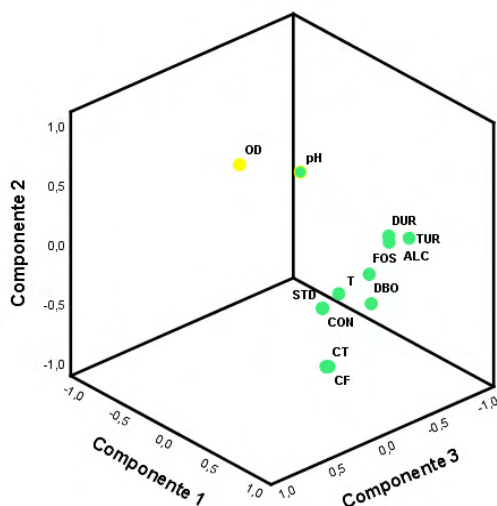


Figura 47. Matriz de componentes de las propiedades estudiadas.

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, arbustos frutales, entre otros productos 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, transgrede 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).

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 empleado 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. El presente libro permite 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.

REFERENCIAS

- Akamagwuna, F., Odume, O., & Richoux, N. (2022). Exploring the community structure of Afrotropical macroinvertebrate traits and ecological preferences along an agricultural pollution gradient in the Kat River, Eastern Cape, South Africa. *Ecological Indicators*, 135, 108570. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108570>.
- 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>.
- 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.
- 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. *Ecology & 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.
- Cao, M., Hu, A., Gad, M., Adyari, B., Qin, D., Zhang, L., . . . Yu, C. (2022). Domestic wastewater causes nitrate pollution in an agricultural watershed, China. *Science of The Total Environment*, 823, 153680. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153680>.
- Chițescu, C., Ene, A., Geana, E., Vasile, A., & Ciucura, C. (2021). Emerging and Persistent Pollutants in the Aquatic Ecosystems of the Lower Danube Basin and North West Black Sea Region. *Applied Sciences*, 11(20), 9721. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/app11209721>.
- 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.

Ding, S., Wang, F., Sun, X., Ding, J., & Lu, J. (2022). Water Environmental Functional Zoning at County Level and Environmental Contamination Carrying Capacity Accounting in the Mainstream of Xiaofu River. *Water*, 14(4), 615. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/w14040615>.

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.

Farré, M., Sanchis, J. A., & Barcelo, D. (2011). Analysis and Assessment of the Occurrence, the Fate and the Behavior of Nanomaterials in the Environment. *Trends in Analytical Chemistry*, 517-527. doi:10.1016/j.trac.2010.11.014.

Gamarra, O. A., Barrera, 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.

Geissen, V., Mol, H., Klumpp, E., Umlauf, G., Nadal, M., Ploeg, M., . . . Ritsema, C. (2015). Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management. *International Soil and Water Conservation Research*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j>.

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.

Grimene, C., Mghirbi, O., Louvet, S., Bord, J., & Le, F. (2022). Spatial characterization of surface water vulnerability to diffuse pollution related to pesticide contamination: case of the Gimone watershed in France. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 17-39. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14253-2>.

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 Vichanzao, El Moro, Santa Lucía de Moche y Mochica Alta, Valle Ide Santa Catalina, La Libertad, Perú. *Revista SCIÉENDO* 15(2): 1-14,02012.

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 Mexico 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.
- Isaac, R., & Siddiqui, S. (2021). Application of water quality index and multivariate statistical techniques for assessment of water quality around Yamuna River in Agra Region, Uttar Pradesh, India. *Water Supply*.
- Jayasiri, M., Yadav, S., Dayawansa, N., Propper, C., Kumar, V., & Singleton, G. (2022). Spatio-temporal analysis of water quality for pesticides and other agricultural pollutants in Deduru Oya river basin of Sri Lanka. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129897. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129897>.
- 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.
- Kalantary, R., Barzegar, G., & Jorfi, S. (2022). Monitoring of pesticides in surface water, pesticides removal efficiency in drinking water treatment plant and potential health risk to consumers using Monte Carlo simulation in Behbahan City, Iran. *Chemosphere*, 286(1), 131667. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131667>.
- Karimi, H., Karimi, F., Fu, L., Sanati, A., Alizadeh, M., Karaman, C., & Orooji, Y. (2022). Cyanazine herbicide monitoring as a hazardous substance by a DNA nanostructure biosensor. *Journal of Hazardous Materials*, 423, 127058. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127058>.
- 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 wáter pCO₂ caused by turbulence from waterfalls. *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.
- Li, Y., Wang, M., Chen, X., Cui, S., Hofstra, N., Kroeze, C., . . . Stokal, M. (2022). Multi-pollutant assessment of river pollution from livestock production worldwide. *Water Research*, 209, 117906. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117906>.
- 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.

- Loughlin, T., Peluso, M., & Marino, D. (2022). Multiple pesticides occurrence, fate, and environmental risk assessment in a small horticultural stream of Argentina. *Science of The Total Environment*, 802, 149893. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149893>.
- Mahmood, I., Ruqia, S., Shazadi, K., Gul, A., & Rehman, K. (2015). Effects of Pesticides on Environment. En K. Hakeem, M. Aktar, & S. Abdullah, Plant, Soil and Microbes. Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-27455-3_13.
- Mamun, M., & An, K. G. (2021). Application of Multivariate Statistical Techniques and Water Quality Index for the Assessment of Water Quality and Apportionment of Pollution Sources in the Yeongsan River, South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8268.
- Marín, R. (2003). Físicoquímica 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). Nitrate y nitrito. *Statewide Agricultural Land Use Baseline*, 1.
- Montoya, Y., Acosta, Y., y Zuluaga, E. (2011). Evaluación de la calidad del agua en el río Negro y sus principales tributarios empleandocomo indicadores de indices 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.
- Mora, A., García, M., Sánchez, M., Gloria, L., Cervantes, P., & Mählknecht, J. (2021). A review of the current environmental status and human health implications of one of the most polluted rivers of Mexico: The Atoyac River, Puebla. *Science of The Total Environment*, 146788. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146788>.
- 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.
- Pavithra, K. G., Jaikumar, V., Kumar, P. S., & Sundarajan, 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*.
- Rodríguez, J., y Irabien, G. (1999). Los residuos peligrosos. Caracterización, tratamiento y gestión. Editorial Síntesis.
- Romero, J. A. (2009). Calidad de agua. Colombia: Escuela colombiana de Ingeniería.
- 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.
- Silva, A. A., Braga, M. Q., Ferreira, J., dos Santos, V. J., do Carmo Alves, S., de Oliveira, J. C., & Calijuri, M. L. (2020). Anthropic activities and the legal Amazon: estimative of impacts on forest and regional climate for 2030. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100304.
- Syafrudin, M., Ayu, R., Yuniarto, A., Hadibarata, T., Rhee, J., Al-onazi, W. A., . . . Al-Mohaimed, A. M. (2021). Pesticides in Drinking Water—A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi:10.3390/ijerph18020468.
- 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.

Vasilache, I. C., Asimicesei, D. M., Fertu, D. I., & Gavrilescu, M. (2021). Occurrence and Fate of Emerging Pollutants in Water Environment and Options for Their Removal. *Water*. doi:<https://doi.org/10.3390/w13020181>.

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.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (2017). Estándares 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 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-ac-c-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/reccnat/pdf/sfor15.pdf>.

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

ANEXOS

Panel fotográfico.



Imagen 1. Sector de muestreo 1 (S1).



Imagen 2. Sector de muestreo 2 (S2).



Imagen 3. Sector de muestreo 3 (S3).

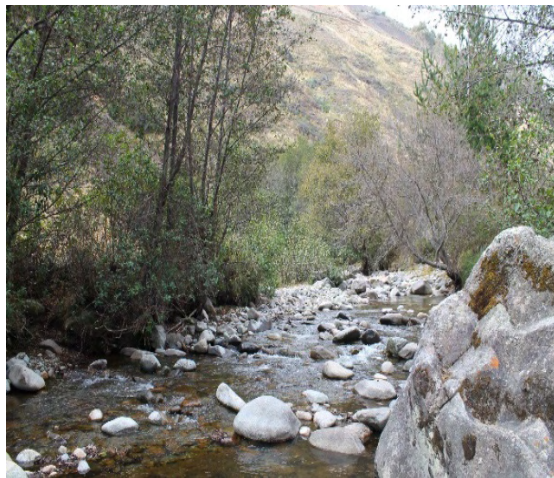


Imagen 4. Sector de muestreo 4 (S4).



Imagen 5. Sector de muestreo 5 (S5).



Imagen 6. Sector de muestreo 6 (S6).



Imagen 7. Sector de muestreo 7 (S7).



Imagen 8. Sector de muestreo 8 (S8).



Imagen 9. Sector de muestreo 9 (S9).



Imagen 10. Sector de muestreo 10 (S10).



Imagen 11. Recojo de muestras.



Imagen 12. Trabajo en campo



Imagen 13. Recolección de muestras.



Imagen 14. Análisis en campo.



Imagen 15. Monitoreo con multiparámetro.



Imagen 16. Muestras en laboratorio.



Imagen 17. Análisis en laboratorio.



Imagen 18. Análisis de la DBO.

SOBRE LOS AUTORES

CARLOS A. LIGARDA-SAMANEZ - Docente investigador RENACYT, Ingeniero en Industrias Alimentarias (UNSCH), Maestro en Ciencias (UNALM), Ingeniero Civil (UCV) y Dr. en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (UAC); actualmente es docente Asociado Ordinario en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAJMA), responsable del Laboratorio de Investigación de Nanotecnología en Alimentos (LINA) y Coordinador del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

DAVID CHOQUE-QUISPE - Docente investigador RENACYT, Ingeniero Químico (UNSAAC), Maestro en Ciencias (UNSAAC), Ingeniero Ambiental (UAP) y Dr. en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (UAC); actualmente es docente Asociado Ordinario en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAJMA), responsable del Laboratorio de Investigación de Control y Análisis de Aguas (LICAA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

HENRY PALOMINO-RINCÓN - Ingeniero en Industrias Alimentarias (UNSCH), Magister de la (UJCM), actualmente es docente Auxiliar Ordinario en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAJMA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

BETSY S. RAMOS-PACHECO - Docente investigadora RENACYT, Ingeniera Agroindustrial (UNAMBA), Maestría en Ciencias (UNSCH); actualmente es docente en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAJMA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

MARY L. HUAMÁN-CARRIÓN - Ingeniera de Sistemas e informática (UTEA), Maestría en Ciencias (UNSCH), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

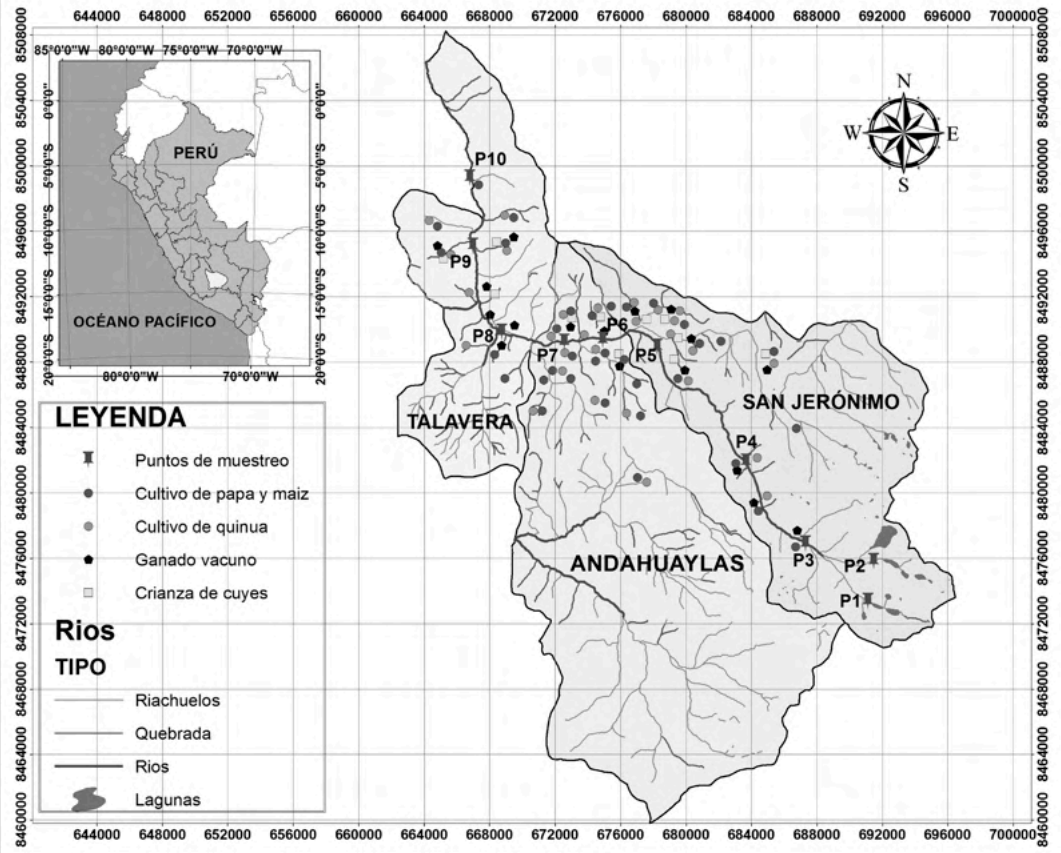
ELIBET MOSCOSO-MOSCOSO - Ingeniera Agroindustrial (UNAJMA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

MIRIAN E. OBREGÓN-YUPANQUI - Ingeniera Agroindustrial (UNAJMA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

DIEGO E. PERALTA-GUEVARA - Ingeniero Agroindustrial (UNAJMA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).

EYNER Y. BRAVO-FRANCO - Contador Público Colegiado (UNSCH), Maestría en Administración y Dirección de Empresas (UAP), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO)


JIMMY ARONI-HUAMÁN - Ingeniero Agroindustrial (UNAJMA), Maestría en Agronegocios y Alimentos de la Universidad de Buenos Aires (UBA), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceuticos y Biopolimeros (GINBIO).




COMPORTAMIENTO ESPACIO-TEMPORAL EN UN RIO ALTOANDINO:

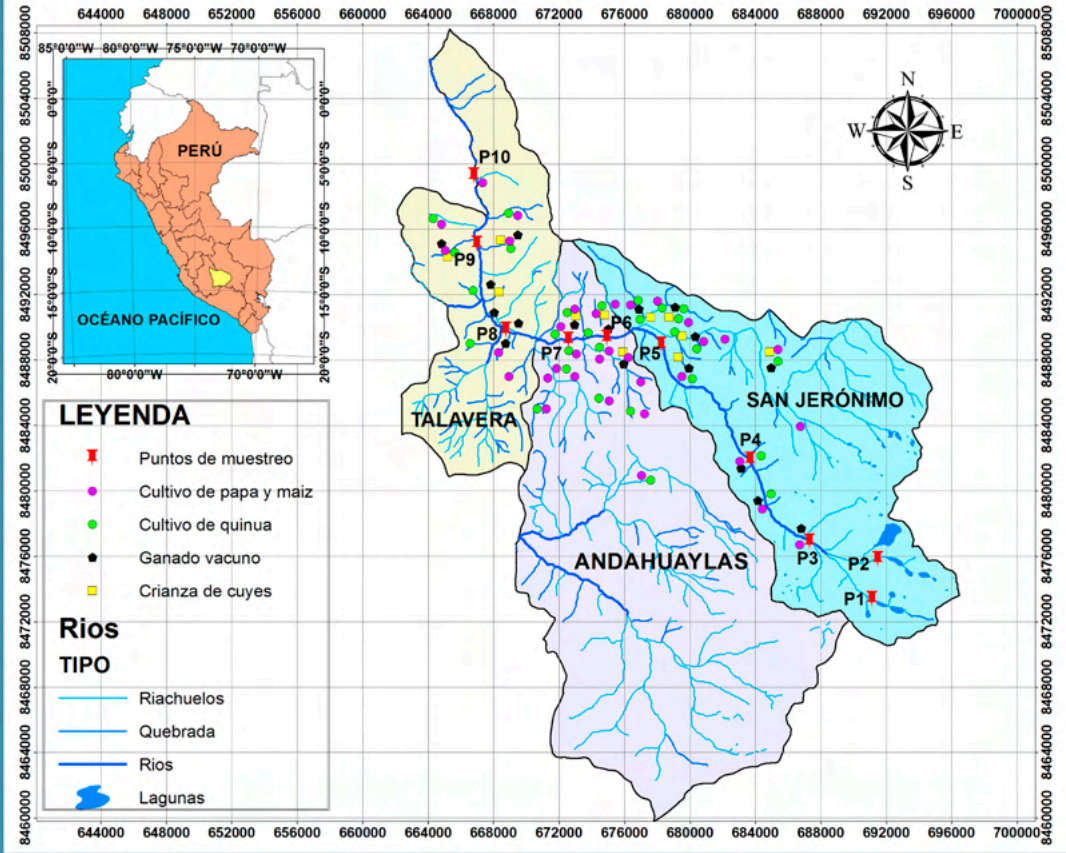
Actividades antrópicas, pesticidas,
propiedades fisicoquímicas
y microbiológicas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 




[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



COMPORTAMIENTO ESPACIO-TEMPORAL EN UN RIO ALTOANDINO:

Actividades antrópicas, pesticidas, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas

www.atenaeditora.com.br 
contacto@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 