



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis***  
**(PEJERREY) EXPENDIDOS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE**  
**ILAVE Y PUNO. 2022**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. CRISTHIAN SUPO MAYTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis* (PEJERREY) EXPENDIDOS EN MERCADOS DE LA CIUDAD D

AUTOR

CRISTHIAN SUPO MAYTA

RECuento DE PALABRAS

22155 Words

RECuento DE CARACTERES

122951 Characters

RECuento DE PÁGINAS

110 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.5MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 4, 2024 2:28 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 4, 2024 2:30 PM GMT-5

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Dra. Vicky Cristina Gonzales Alcos  
Directora de tesis



Dra. Vicky Cristina Gonzales Alcos  
DIRECTORA  
Unidad de Investigación  
PCCBR - UNA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

**RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis* (PEJERREY)  
EXPENDIDOS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE ILAVE Y PUNO. 2022**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. CRISTHIAN SUPO MAYTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE:**

  
Mg. CIRIA IVONNE TRIGOS RONDON

**PRIMER MIEMBRO:**

  
Mg. DIANA ELIZABETH CAVERO ZEGARRA

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
M.Sc. JUAN PABLO HUARACHI VALENCIA

**DIRECTOR / ASESOR:**


  
Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 09/09/2024**

**ÁREA:** Ciencias Biomédicas

**SUBLINEA:** Diagnóstico y Epidemiología



  
VºBº Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



## DEDICATORIA

**Agradezco a Dios**, por darme la vida y permitirme pasar cada momento con las personas que más quiero. Agradezco también que me guíe en mi camino y me brinde desafíos para mejorar como ser humano cada día.

**A mis padres**, Placida y Francisco, que me inculcaron valores y siempre me apoyaron, pido a Dios los cuide siempre y me permita poder ser digno de ellos.

**A mi hermana**, Yovana que siempre me inspira a lograr mis objetivos.

**A mis sobrinos**, Fernanda, Alisson, Arturo, Jose, Adelayda y Leonardo por brindarme alegría todos los días y ser un ejemplo para ellos, y que cuando decidan estudiar una carrera lo hagan con vocación y dedicación y que amen sus profesiones.

*Cristhian Supo Mayta*



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por acogerme en sus instalaciones y proporcionarme los medios para completar mi educación superior, así como a los profesores de mi Facultad de Ciencias Biológicas, quienes me brindaron su experiencia y sabiduría.

Mi agradecimiento especial a mis padres, quienes siempre estuvieron para mí y me apoyaron en todo momento, diciéndome que se puede soñar en grande, que el límite es el cielo, siempre y cuando lo hagas de corazón y voluntad, gracias a mi amiga Suzuki por apoyarme en el camino del desarrollo de mi tesis.

A mi asesora y directora de tesis, Dra. Vicky Cristina Gonzales Alcos; por su gran paciencia y su incondicional apoyo para llevar a cabo esta tesis.

A los jurados de tesis: Mg. Ciria Ivonne Trigós Rondón, Mg. Diana Elizabeth Cavero Zegarra y M.Sc. Juan Pablo Huarachi Valencia, por dedicar su tiempo y brindarme su granito de arena.

*Cristhian Supo Mayta*

*¡Muchas gracias a todos!*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.2.1. El pejerrey ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ).....	22
2.2.2. Distribución geográfica del pejerrey ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ).....	23
2.2.3. Expendio de pejerrey en los mercados.....	24
2.2.4. Inocuidad de la carne de pejerrey.....	25



2.2.5. Antibióticos.....	26
2.2.6. Aplicación de los antibióticos .....	28
2.2.7. Antibióticos en acuicultura. ....	33
2.2.8. Metabolismo y excreción de los antibióticos .....	43
2.2.9. Excreción biliar .....	45
<b>2.3. Residuos de antibióticos y su importancia en Salud Pública.....</b>	<b>46</b>
2.3.1. Residuos de antibióticos.....	46
2.3.2. Resistencia bacteriana .....	47
2.3.3. Toxicidad .....	48
2.3.4. Respuestas inmunopatológicas .....	48
2.3.5. Residuos de antibióticos en alimentos .....	48
2.3.6. Microorganismos indicadores .....	49
2.3.7. Técnica rápida .....	50
<b>2.4. EL METODO DE LAS CUATRO PLACAS .....</b>	<b>51</b>
<b>2.5. MÉTODO DE LAS TRES PLACAS .....</b>	<b>52</b>
<b>2.6. CODEX ALIMENTARIUS.....</b>	<b>54</b>
<b>2.7. LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUOS (LMR).....</b>	<b>55</b>
<b>2.8. FACTORES PREDISPONENTES DEL AGUA DEL HABITAD DEL PEJERREY.....</b>	<b>55</b>

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2. POBLACION Y MUESTRA .....</b>	<b>63</b>



<b>3.3. TIPO DE ESTUDIO .....</b>	<b>65</b>
<b>3.4. METODOLOGIA .....</b>	<b>65</b>
3.4.1. Determinación de residuos de antibióticos en <i>Odontesthes bonariensis</i> expandidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno .....	67
3.4.2. Factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos en ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) pejerreyes expandidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno .....	69
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. Residuos de antibióticos en <i>Odontesthes bonariensis</i> (pejerrey) expandidos           en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno.....</b>	<b>73</b>
<b>4.2. Factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos en           <i>Odontesthes bonariensis</i> (pejerrey) expandidos en los mercados de la ciudad           de Ilave y Puno. ....</b>	<b>83</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>100</b>

**AREA:** Ciencias Biomédicas

**SUB LÍNEA:** Diagnostico y Epidemiologia

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 09 de septiembre del 2024





## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Bacterias Prioritarias resistentes a los antibióticos .....	27
<b>Tabla 2</b> Algunos antimicrobianos utilizados en acuicultura .....	30
<b>Tabla 3</b> Regímenes terapéuticos recomendados para algunos antibióticos de uso en acuicultura.....	31
<b>Tabla 4</b> Estándares para la evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana clínica	39
<b>Tabla 5</b> Concentración y rangos de la zona de inhibición para la evaluación de los antibióticos analizados en el antibiograma para sanidad animal .....	43
<b>Tabla 6</b> Valores promedio de los parámetros del agua evaluados en la bahía interior de Puno en los diferentes lugares de muestreo. Prom: promedio; Máx: máximo; Mín: mínimo; D.E.: desviación estándar. Tran: Transparencia; Oxíg: Oxígeno Di- suelto; Cond: Conductividad .....	56
<b>Tabla 7</b> Número de especímenes de pejerrey por muestreo en los mercados de Unión y Dignidad Puno y Central Ilave.....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Estructura química de un aminoglucósido-aminociclitol.....	34
<b>Figura 2</b> Estructura química de la Norfloxacinó.....	35
<b>Figura 3</b> Estructura química de la oxitetraciclina .....	36
<b>Figura 4</b> Estructura química del ciprofloxacino .....	37
<b>Figura 5</b> Estructura química del sulfametoxazol .....	38
<b>Figura 6</b> El fenómeno de la biotransformación de xenobióticos en peces .....	44
<b>Figura 7</b> Los fármacos en el hígado.....	45
<b>Figura 8</b> Placa con agar Mueller Hinton.....	51
<b>Figura 9</b> Método de las cuatro placas .....	52
<b>Figura 10</b> Medios de cultivo sensidiscos y fragmentos de tejidos.....	53
<b>Figura 11</b> Determinación del tamaño halo de inhibición que se forma.....	53
<b>Figura 12</b> Zonas de muestreo carne de pejerrey ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) en Puno mercado Unión y Dignidad .....	60
<b>Figura 13</b> Zonas de muestreo carne de pejerrey ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) en Ilave mercado Central.....	61
<b>Figura 14</b> Zonas de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua, habitat del pejerrey en Capachica.....	61
<b>Figura 15</b> Zonas de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua, habitat del pejerrey en Chucuito- Barco.....	62
<b>Figura 16</b> Zonas de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua, habitat del pejerrey en Cachipucara .....	62
<b>Figura 17</b> Disposición de discos de muestras y antibióticos control para la detección residuos de antibióticos en tejido muscular de pejerrey .....	68



<b>Figura 18</b>	Susceptibilidad antimicrobiana de <i>Escherichia coli</i> utilizada en la determinación de presencia de antibióticos en músculo de <i>Odonthestes bonariensis</i> .....	74
<b>Figura 19</b>	Residuos de antibiótico en músculo de <i>Odonthestes bonariensis</i> según crecimiento de <i>Escherichia coli</i> .....	76
<b>Figura 20</b>	Susceptibilidad antimicrobiana de <i>Salmonella typhi</i> utilizada en la determinación de presencia de antibióticos en músculo de <i>Odonthestes bonariensis</i> .....	79
<b>Figura 21</b>	Residuos de antibiótico en músculo de <i>Odonthestes bonariensis</i> según crecimiento de <i>Salmonella typhi</i> .....	81
<b>Figura 22</b>	Factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos en <i>Odonthestes bonariensis</i> (pejerrey) expendidos en el mercado central de la ciudad de Ilave y mercado Central Unión y Dignidad de Puno .....	83



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1</b> Límites máximos de residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en alimentos.....	100
<b>ANEXO 2</b> Encuesta de recolección de datos, parámetros fisicoquímicos de agua del habitat del pejerrey, determinación de factores predisponentes .....	102
<b>ANEXO 3</b> Panel Fotográfico.....	103
<b>ANEXO 4</b> Matriz de tabulación de datos.....	106
<b>ANEXO 5</b> Verificación de supuestos correspondiente a la prueba de normalidad y homocedasticidad .....	107



## ACRÓNIMOS

<b>Spp:</b>	Especies
<b>Et al:</b>	Colaboradores
<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>OPS:</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>%:</b>	Porcentaje
<b>IICA:</b>	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
<b>MIC:</b>	Concentración mínima inhibitoria
<b>SDZ:</b>	Sulfadiazina
<b>Kg:</b>	Kilogramos
<b>p – valor:</b>	Valor de probabilidad para determinar la hipótesis nula
<b>g:</b>	Gramo
<b>BLEE:</b>	Betalactámicos de espectro extendido
<b>°C:</b>	Grados centígrados
<b>AGEMED:</b>	Agencia estatal de medicamentos y tecnologías de salud
<b>CIMA:</b>	Centro de información online de medicamentos
<b>OAEPS:</b>	Oficina Académica de Proyección y Extensión social
<b>mg:</b>	Miligramos
<b>ml:</b>	Mililitro
<b>cm:</b>	Centímetro
<b>UE:</b>	Unión Europea
<b>EEUU:</b>	Estados Unidos
<b>LPS:</b>	Linfoma Primario del Sistema
<b>CCE:</b>	Comisión de las Comunidades Europeas
<b>ATCC:</b>	Colección americana de cultivos tipo



<b>AH-Test:</b>	Test Alemán
<b>M:</b>	Músculo
<b>R:</b>	Riñón
<b>TE:</b>	Tetraciclina
<b>GM:</b>	Gentamicina
<b>SXT:</b>	Trimetoprim sulfametoxazol
<b>CAC:</b>	Codex Alimentarius Austriacus
<b>Mg:</b>	Microgramo
<b>IDA:</b>	Ingesta diaria admisible
<b>BPMV:</b>	Buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios
<b>DIGESA:</b>	Dirección General de Salud Ambiental
<b>SENASA:</b>	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
<b>SANIPES:</b>	Organismo Nacional de Sanidad Pesquera
<b>LMR:</b>	Límite máximo de residuos
<b>FDA:</b>	Administración de Alimentos y Medicamentos
<b>MINSA:</b>	Ministerio de Salud
<b>DCA:</b>	Diseño completamente al azar
<b>INS:</b>	Instituto Nacional de Salud
<b>min:</b>	Minuto
<b>mm:</b>	Milímetro



## RESUMEN

La salud pública enfrenta un problema global debido a la resistencia a los antibióticos y el sector acuícola de Puno, no es ajeno, por tal razón el objetivo de la investigación fue determinar la presencia de residuos de antibióticos en *Odontesthes bonariensis* (pejerrey), comercializados en los mercados de Ilave y Puno 2022; la metodología para identificar los residuos de antibióticos fue la de Kirby Bauer reactivando *Salmonella typhi* y *Escherichia coli* como bioindicadores y para determinar los factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos se utilizó el método de electrodo de membrana con sonda óptica YSI Pro OBO; siendo los datos analizados mediante la prueba chi – cuadrado, T Student y la U de Mann Whitney. Los resultados demuestran que en los mercados de Ilave hay sensibilidad a sulfametoxazol y oxitetraciclina en un 35%, en Puno al sulfametoxazol y ciprofloxacino 35%; una sensibilidad intermedia en Ilave a norfloxacino 40%, y en Puno a oxitetraciclina 46%, siendo resistentes en un 56% en Ilave norfloxacino y 50% en Puno ( $p < 0.05$ ); en cambio con el bioindicador *Salmonella typhi* en Ilave mostro sensibilidad a sulfametoxazol en un 29%, en Puno a ciprofloxacino 31%, susceptibilidad intermedia en Ilave a norfloxacino 71% y en Puno a oxitetraciclina 70%, respecto a la resistencia, Ilave lo desarrolló frente a oxitetraciclina 86%, y en Puno el 100% fueron resistentes a sulfametoxazol; concerniente a los factores predisponentes, la temperatura mostró una relación significativa con la presencia de residuos de antibióticos (Ilave 17,52°C y Puno 16.31°C). Se concluye que los residuos de antibióticos en el tejido muscular del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) ocurre en el mercado Unión y Dignidad de Puno y el mercado central de Ilave, siendo el factor predisponente a los residuos de antibióticos la temperatura donde *Escherichia coli* fue el mejor bioindicador.

**Palabras clave:** Antibiótico, Bioindicadores, Resistencia, Susceptibilidad



## ABSTRACT

Public health faces a global problem due to antibiotic resistance and the aquaculture sector in Puno is no exception, for this reason the objective of the research was to determine the presence of antibiotic residues in *Odontesthes bonariensis* (silverside), marketed in the Ilave and Puno 2022 markets; The methodology to identify antibiotic residues was that of Kirby Bauer reactivating *Salmonella typhi* and *Escherichia coli* as bioindicators and to determine the factors predisposing to the concentration of antibiotic residues, the membrane electrode method with YSI Pro OBO optical probe was used; the data being analyzed using the chi - square test, T Student and the Mann Whitney U test. The results show that in the Ilave markets there is sensitivity to sulfamethoxazole and oxytetracycline in 35%, in Puno to sulfamethoxazole and ciprofloxacin 35%; an intermediate sensitivity to norfloxacin in Ilave 40%, and in Puno to oxytetracycline 46%, being resistant in 56% in Ilave to norfloxacin and 50% in Puno ( $p < 0.05$ ); However, with the bioindicator *Salmonella typhi* in Ilave showed sensitivity to sulfamethoxazole in 29%, in Puno to ciprofloxacin 31%, intermediate susceptibility in Ilave to norfloxacin 71% and in Puno to oxytetracycline 70%, regarding resistance, Ilave developed it against oxytetracycline 86%, and in Puno 100% were resistant to sulfamethoxazole; concerning the predisposing factors, the temperature showed a significant relationship with the presence of antibiotic residues (Ilave 17.52 ° C and Puno 16.31 ° C). It is concluded that antibiotic residues in the muscle tissue of silverside (*Odontesthes bonariensis*) occur in the Unión y Dignidad market in Puno and the central market in Ilave, the predisposing factor to antibiotic residues being the temperature where *Escherichia coli* was the best bioindicator.

**Keywords:** Antibiotic, Bioindicators, Resistance, Susceptibility





# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones sobre la resistencia bacteriana, especialmente en productos animales, lo que tiene repercusiones negativas en la Salud Pública. Estos impactos incluyen la aparición de enfermedades intratables que no pueden controlarse con el régimen farmacológico actual, incluidas las terapias combinadas (Rocha et al., 2015).

Para mejorar la producción de pescado, se ha encontrado que los piensos contienen medicamentos. Esto induce al almacenamiento de restos de antibióticos en sus cuerpos, lo que tiene efectos perjudiciales para el consumidor, como la alteración de la flora microbiana intestinal, la resistencia bacteriana y las reacciones alérgicas (Acevedo et al., 2015). En este sentido, el tiempo de retiro de medicamentos es crucial y debe realizarse minuciosamente en los animales tratados para evitar la presencia de restos de antibióticos y garantizar que no se excedan los límites máximos permitidos (Salas et al., 2016).

La carne de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) se comercializa en las ferias de la región de Puno, y su consumo ha aumentado notablemente. Sin embargo, no siempre se garantiza su alta calidad. Aunque los medicamentos tienen muchas ventajas en la producción de peces, su uso indiscriminado puede aumentar la resistencia a los antibióticos, actualmente estos medicamentos también se utilizan como promotores de crecimiento (Maximixe, 2018).

Los regímenes terapéuticos recomendados en acuicultura incluyen antimicrobianos como oxitetraciclina, el norfloxacin y la amoxicilina. El tiempo de



depuración en el organismo del pez es crucial, ya que estos medicamentos se absorben en el tracto digestivo y luego se propaga a través de la sangre a varios tejidos, ayudando a combatir las infecciones bacterianas (Varela & Alfaro, 2018).

En la Región de Puno, la pesca es una actividad económica importante, la producción pesquera en jaulas flotantes ha experimentado un rápido crecimiento y de acuerdo al Banco central de reserva (BCR) del Perú. La producción del sector aumentó un 22,7%, lo que lo convirtió en la mayor inversión gubernamental en la zona, la carne del pejerrey se considera un alimento animal muy nutritivo y de fácil digestión, esto lo hace muy importante en la dieta de la población (Salazar et al., 2019).

Los antecedentes de investigaciones sobre la presencia de residuos de antibióticos en el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) son escasos. Por lo tanto, nuevos hallazgos proporcionarían información valiosa para encontrar soluciones que permitan superar los efectos potenciales en la salud de los consumidores, como la intoxicación (alergias) y resistencia microbiana. Esta investigación ha evaluado la presencia de residuos de antibióticos en la carne de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en los mercados de Puno e Ilave, así como algunos de sus factores relacionados.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar residuos de antibióticos en *Odontesthes bonariensis* (pejerrey), expendidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno.2022

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los residuos de antibióticos en *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) expendidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno.
- Determinar los factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos en *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) expendidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

La aparición de resistencia a los antibióticos ha generado preocupación, y su aumento en la última década, la gravedad de la situación ha llevado a la OMS (Organización Mundial de la Salud) a clasificarla como "emergencia mundial" y pedir a sus estados miembros que tomen medidas para frenar su rápido aumento, los antibióticos han beneficiado a la humanidad durante 70 años. Pero ahora hay una creciente prevalencia de la resistencia a los antibióticos, en 1946, Alexander Fleming notó rápido desarrollo de resistencia como resultado del uso indiscriminado de penicilina (Ponce et al., 2015).

En las últimas décadas, los antibióticos se han utilizado para mejorar la producción piscícola, pero esta práctica ha tenido consecuencias negativas tanto para los humanos como para el medio ambiente. Ponce et al. (2015), sugieren dietas isoproteicas e isocalóricas como promotores alternativos para mejorar la alimentación acuícola, esto podría servir potencialmente como solución para evitar el uso indebido de antibióticos.

En todo el mundo, la acuicultura no sólo proporciona fuentes esenciales de alimentos nutritivos y proteínas animales, sino también medios de vida e ingresos. Se ha alcanzado un promedio de 8.8% de la producción anual de actividad pesquera, en la actualidad un 50% del pescado, es consumido en el mundo (FAO, 2016). Estudios realizados en Chile han revelado que la Oxitetraciclina (OTC) es uno de los antibióticos más utilizados en la industria salmonera (Ahumada, 2016).

Las investigaciones realizadas en Colombia han informado que los patógenos resistentes a los antibióticos más frecuentemente asociados a los alimentos son la



*Salmonella spp.* y la *Escherichia coli*. Además, descubrieron que la mayor presión selectiva fue el uso de antibióticos  $\beta$ -lactámicos, macrólidos y tetraciclinas, así como su uso no terapéutico, ya que los antibióticos contaminan el medio ambiente y los alimentos (Arenas & Moreno, 2016).

En el análisis realizado en Perú respecto a las muestras de animales, se descubrió que el 45% resultaron ser positivo a la presencia de antibióticos betalactámicos, concretamente penicilina, estreptomicina, kanamicina, amoxicilina y ácido clavulánico (Salas et al., 2016). Existen sustancias prohibidas debido a la naturaleza tóxica de los residuos, como los antibióticos cloranfenicol y nitrofurantoína, ya que suponen un riesgo de resistencia bacteriana, también están prohibidos el dimetridazol y el metronidazol, que se administran como promotores del crecimiento (IICA, 2016). Es necesario conocer el ciclo de vida de los medicamentos, comprender varias etapas como la producción, el consumo y el manejo de los residuos (INFAC, 2016).

Para la producción acuícola se usan drogas sin regulación que plantean un grave peligro para la salud de los seres humanos, los cuales son aplicadas a los peces para poder obtener grandes volúmenes de producción, siendo esta la principal actividad económica en el sector pesquero, así en la época actual los peces de agua dulce encabezan la producción, con un 56,4%, mientras que los moluscos les siguen de cerca con un 23,6% (Arenas & Moreno, 2016).

En Puno, los productos acuícolas más demandados son la trucha y el pejerrey considerados el principal productor acuícola sin embargo, la producción se ve obstaculizada por la presencia de la bacteria *Yersinia ruckeri*, que ataca durante la fase de alevinaje, para controlar su propagación, se han utilizado diversos antibióticos, pero su uso indiscriminado ha provocado una rápida resistencia y la contaminación del Lago



Titicaca (Casana, 2017).

La incidencia de enfermedades en salmónidos ha incrementado el uso de antibióticos por parte de los productores, ya que se utilizan como tratamiento profiláctico lo que lo hace más peligroso para el consumo humano (Varela & Alfaro, 2018). Sería beneficioso que los productores aplicaran los antibióticos con una cuidadosa consideración para garantizar la dosis terapéutica correcta, respetando al mismo tiempo los periodos de retiro para evitar la presencia de residuos de antibióticos en los productos animales (Aguilar et al., 2018)

Este problema está conduciendo al fracaso terapéutico en la población debido a la resistencia bacteriana adquirida. Este fenómeno en las bacterias está creciendo a un ritmo que la investigación sobre nuevos fármacos y estrategias de prevención aún no puede alcanzar (Bisso, 2018). En consecuencia, el tratamiento de las enfermedades infecciosas se ha convertido en una tarea difícil para los médicos, que deben ofrecer opciones terapéuticas basadas en la evidencia para mejorar la salud de los pacientes (Gonzalez et al., 2019).

Los antimicrobianos desempeñan un papel crucial tanto en la medicina humana como en la veterinaria, y se utilizan las mismas clases de antimicrobianos en animales y humanos, en un taller realizado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la OIE ( Organización Mundial de Sanidad Animal) y la OMS concluyeron que la aparición de microorganismos resistentes fue a raíz del uso no humano de antimicrobianos y que estas tienen consecuencias adversas para la salud humana, trayendo perjuicios como la generación de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos y la presencia de sus residuos en los productos destinados al consumo humano, especialmente carne, leche, con efectos nocivos como reacciones de



hipersensibilidad, resistencia bacteriana y alteración de la microbiota intestinal (Zuñiga & Caro, 2022)

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)

Este espécimen llegó al lago Titicaca a través del río Desaguadero después de llegar al lago Poopó desde el Río de la Plata, en Argentina. Desde entonces, ha mejorado significativamente en su nuevo entorno, incluso desplazando a las especies autóctonas y truchas previamente introducidas en algunas áreas. La dieta de un pejerrey varía en función de sus etapas de crecimiento. Las criaturas menores 9 centímetros de tamaño, se nutren principalmente de organismos bentónicos como quironómidos y anfípodos. El 39% de su alimento proviene del zooplancton para juveniles de más de 9 cm consumen anfípodos, zooplancton y peces pequeños a los 15 cm. Finalmente, los pejerreyes adultos de 20 a 25 cm son carnívoros y se alimentan de peces pequeños como *Orestias ispi* (Domanico & Freyre, 2008).

El valor del pejerrey en la pesca es ambiguo, porque alcanza el precio de venta más alto en los mercados regionales, beneficia a los pescadores y a las familias involucradas en el comercio de pescado de lago. Algunas especies autóctonas se han visto amenazadas por la presencia de especies no autóctonas, poniéndolas en peligro de extinción debido a la depredación (Grosman et al., 2013).

Estos depredadores dejan de alimentarse de zooplancton a partir de 35 cm y dejan de comer anfípodos a partir de 40 cm, el pez ispi migra hacia la orilla para



dejar sus huevos en el cinturón de vegetación, el pejerrey lo depreda. Estos peces pueden alcanzar una longitud de hasta 50 cm. A los 25 cm, el 50% de la población alcanza la madurez sexual y tienden a acercarse a la orilla del lago para depositar sus huevos durante la época de desove, la hembra con un peso de 1 kg puede producir alrededor de 35.000 huevos, que es uno de los principales factores que contribuyen a su amplia dispersión geográfica (Churata, 2017).

La abundancia y disponibilidad del pejerrey están relacionadas a su habitat, con los cambios temporales del nivel de agua y la precipitación del lago Titicaca, lo que tiene un impacto en los desembarques en la región peruana del lago Titicaca (Chura et al., 2015).

Es difícil concebir un habitat apropiado para las primeras fases de la vida de los peces, sin embargo, garantiza un mayor crecimiento y supervivencia larval, por lo que las larvas son especialmente sensibles a las variaciones ambientales y, por lo tanto, pueden ser un indicador de la calidad del hábitat. Las larvas son diferentes a los peces juveniles y adultos en cuanto a los requerimientos ambientales y de hábitat específicos (temperatura, refugio, corrientes y disponibilidad de alimento) durante el periodo crítico (Anaya et al., 2017).

### **2.2.2. Distribución geográfica del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)**

Es una especie autóctona que habita los océanos del sur de Brasil, el norte y el centro de Argentina y Uruguay. En Perú habita en el río Desaguadero, que desemboca en el lago Titicaca, lo llevó a Bolivia. Tiene hábitos pelágicos y vive principalmente en aguas dulces o salobres en los extremos de grandes ríos, lagunas y estuarios (Mancini et al., 2009).



El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), es común encontrarlo en agua dulce y salada, come insectos. A pesar de su amplia distribución, los estudios biológicos y pesqueros realizados en el país se han centrado sobre todo en las latitudes templado frías y en los métodos de reproducción artificial (Grosman et al., 2013).

La región de Puno cuenta con un gran potencial de recursos hídricos (354 lagunas, 316 ríos y 7 represas), siendo el Lago Titicaca el más significativo para el desarrollo de la acuicultura. La calidad del agua de varios de los recursos hídricos existentes en la región es favorable para el desarrollo de actividades de acuicultura, como el cultivo de pejerrey (Chura & Mollocondo, 2009).

### **Taxonomía**

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Atheriniformes

**Suborden:** Atherinoidei

**Familia:** Atherinopsidae

**Género:** *Odontesthes*

**Especie:** *Odontesthes bonariensis*

(García, 2019)

### **2.2.3. Expendio de pejerrey en los mercados**

El aumento de ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización, la





transformación de preferencias y las costumbres de alimentación, contribuyen a la demanda de pescado en naciones en progreso. El crecimiento económico en países en desarrollo continuará, lo que conducirá a un cambio constante hacia un mayor contenido proteínico en las dietas, en consecuencia, a un mayor consumo de carne de pejerrey, esto dará lugar a un mercado floreciente (FAO, 2016).

En los últimos tiempos, Puno se convirtió en un importante centro de consumo de este producto cárnico, lo que coloca a los productores en una posición única en lo que respecta a la dinámica de la oferta y necesidad del pejerrey. Desde una perspectiva la oferta, las empresas se esfuerzan por adquirir el producto en el plazo más breve posible. Por otra parte, las preferencias y gustos de los consumidores son a menudo imprevisibles, lo que añade complejidad a la situación (Zavalla, 2016). Explorar alternativas rentables en métodos de producción en el sector acuícola, el uso indiscriminado de antibióticos no lleva un buen control y manejo. Sin embargo, la mayor parte de la producción no cumple las normas debido al desconocimiento de los productores (Flores, 2014).

#### **2.2.4. Inocuidad de la carne de pejerrey**

Los productos cárnicos comestibles y los derivados cárnicos se consideran adulterados si contienen alguna sustancia tóxica añadida intencionadamente en cualquier fase de la cadena alimentaria que sea perjudicial para la salud, o si contienen residuos no autorizados o superan los límites máximos permitidos (Espitia, 2016). En la mayoría de los países industrializados, existen diversas normativas destinadas a lograr un equilibrio entre las pérdidas económicas para el productor y los niveles tolerables de seguridad para los seres humanos (Espitia, 2016). Los códigos de buenas prácticas deben servir como directrices flexibles



para una producción responsable y garantizar una producción sostenida y la seguridad alimentaria (Romani, 2021).

Sin embargo, hay condiciones previas que deben tenerse en cuenta para que el pescado reúna las características físico-químicas y microbiológicas que garanticen la seguridad del producto (Mamani, 2017). Con ello se persigue la seguridad alimentaria y la protección del consumidor, así como el cumplimiento de los nuevos requisitos de calidad de los países importadores (FAO, 2016). Los residuos de productos farmacéuticos, que pueden suponer un riesgo para la salud pública y dar lugar a productos de baja calidad, proceden de fuentes animales, y en este aspecto hay tener en cuenta la aplicación de la normativa (Aguilar, 2018). En la cual se evalúan los riesgos que consta de cuatro elementos: identificación del peligro, evaluación dosis-respuesta, exposición y caracterización del riesgo (Espitia, 2016).

#### **2.2.5. Antibióticos**

Los antibióticos son sustancias químicas que matan o impiden el crecimiento de microorganismos específicos susceptibles; en el año 1960, los antibióticos se han utilizado como promotores del crecimiento, para la prevención y medicación de infecciones, esencialmente un antibiótico es una sustancia secretada por un microorganismo que tiene la capacidad de afectar a otros microorganismos (Casana, 2017).

Los antibióticos desempeñan un papel crucial en la medicina humana y veterinaria, son sustancias que pueden inhibir el crecimiento bacteriano (bacteriostático) o incluso matarlo (bactericida), en caso de infección, los antibióticos se administran por vía oral a un grupo de peces que comparten la



misma pecera durante un breve periodo de tiempo (Huanambal, 2020).

Debido a la resistencia observada en las bacterias Gram negativas, el uso de antibióticos en acuicultura ha cobrado gran importancia ;uno de los mecanismos de resistencia es la producción de enzimas betalactamasas por parte de las bacterias, lo que conduce al fracaso terapéutico esto ha llevado a la aparición de enterobacterias que producen betalactamasas de espectro extendido (BLEE), como *Escherichia coli*, que son capaces de hidrolizar cefalosporinas de 1era, 2da y 3ra generación, así como aminopenicilinas, penicilinas y aztreonam. El informe global de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que las enterobacterias productoras de ESBL (betalactamasas de espectro extendido), en Perú alcanzan el 58%, una cifra superior a la de Estados Unidos (Bisso, 2018).

**Tabla 1**

*Bacterias Prioritarias resistentes a los antibióticos*

Prioridad	Estado	Bacterias
<b>Prioridad:1</b>	Crítica	<i>Acinetobacter baumannii</i> , resistente a los carbapenémicos. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , resistente a los carbapenémicos. Enterobacteriáceas resistentes a los carbapenémicos, productoras de BLEE.
<b>Prioridad:2</b>	Elevada	<i>Enterococcus faecium</i> , resistente a la vancomicina. <i>Staphylococcus aureus</i> , resistente a la meticilina, con sensibilidad intermedia y resistencia a la vancomicina. <i>Helicobacter pylori</i> , resistente a la claritromicina. <i>Campylobacter spp.</i> , resistente a las fluoroquinolonas. <i>Salmonella spp.</i> , resistentes a las fluoroquinolonas. <i>Neisseriam gonorrhoeae</i> , resistente a la cefalosporina, resistente a las fluoroquinolonas.
<b>Prioridad:3</b>	Media	<i>Streptococcus pneumoniae</i> , resistente a la penicilina. <i>Haemophylus influenzae</i> , resistente a la ampicilina. <i>Shigella spp.</i> , resistente a las fluoroquinolonas.

Fuente: OMS (2017).



## 2.2.6. Aplicación de los antibióticos

### 2.2.6.1. Uso terapéutico en acuicultura

Los riesgos biológicos son una amenaza potencial para la acuicultura. Los peces pueden contaminarse con bacterias patógenas del medio acuático, y la contaminación durante la captura depende de la calidad bacteriológica del agua, junto con variables adicionales como la temperatura la proximidad a áreas densamente pobladas y la fuente de alimentos (IICA, 2016). Para que los peces aprovechen plenamente su alimento, la calidad del agua debe ser ideal, con una saturación de oxígeno del 100% y un pH entre 7-7,5 y 18 °C de temperatura, cualquier alteración de estas condiciones puede causar enfermedades en estas especies acuáticas (Romani, 2021).

Las enterobacterias como *Salmonella spp*, *Shigella spp* y *Escherichia coli*, que son importantes para la salud pública, pueden poner en peligro la salud humana (IICA, 2016). Las enterobacterias son patógenos oportunistas que causan enfermedades como podredumbre bacteriana de *Pseudomonas fluorescens*, necrosis cutánea de *Edwardsiella*, enteritis hemorrágica de *Streptococcus faecalis*, infecciones y lesiones en la piel (Mamani, 2017). La composición dietética de los piensos puede variar, y esta formulación puede tener un efecto beneficioso o perjudicial (Orna, 2010).

Para que los principios activos de las fórmulas farmacéuticas pueden adoptar la forma de premezclas medicadas a un órgano específico, y pueden utilizarse con fines terapéuticos o preventivos para un correcto



uso adecuado (Gracia et al., 2006). La acuicultura es una de las industrias económicas de más rápido crecimiento. La producción de alimentos como el pienso medicado debe comenzar inmediatamente después del diagnóstico para garantizar que los peces consuman la cantidad adecuada de alimentos (Perez et al., 2014).

El agua es la forma más común de administrar medicamentos y anestésicos. La epidermis de los peces no está queratinizada, lo que facilita la entrada de fármacos a través de la piel siguiendo el gradiente de concentración, otra vía de entrada es a través de las branquias, que tienen un rico riego sanguíneo y están situadas en una posición favorable, además, la medicación oral puede administrarse a través de diversas formas de alimento medicado, como los alimentos producidos comercialmente y las dietas medicadas artificiales; los antibióticos y otros antimicrobianos pueden administrarse a través de estas formas (Aguilar et al., 2018).

#### **2.2.6.2. Profilaxis**

Los baños medicinales son beneficiosos para los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades causadas por microorganismos, hongos y parásitos externos (Romani, 2021). Cuando se trata de controlar enfermedades mediante medicamentos veterinarios, es esencial consultar a un especialista y utilizar alimentos comerciales medicados. Es crucial no utilizar dosis inferiores a las recomendadas, ya que no se conseguirá el fin previsto (OAEPS, 2012). Cada nación tiene reglas específicas para el uso de medicamentos en los peces, estos se clasifican en fármacos de baja y

alta prioridad, que no están aprobados para el consumo en peces (Aguilar et al., 2018).

**Tabla 2**

*Algunos antimicrobianos utilizados en acuicultura*

Droga	Dosificación	Intervalo	Ruta	Comentarios
Amikacina	5mg/kg	12h	IM	
	5mg/kg	72h	IM	
Amoxicilina	25mg/kg	12h	PO	Rara vez se usa debido a los pocos patógenos Gram-positivos
	40–80mg/kg	24h 10 d	PO	
Ampicilina	10mg/kg	24h	IM	Tiburones
	10mg/kg	12h 7–10 d	PO	Tiburones
	50–80mg/kg	24h 10 d	PO	
Aztreonam	100mg/kg	24h 7d	IM/IP	Utilizado por los aficionados a los koi
Aziticomicina	30mg/kg	24h 14 d	P	
Ceftazidima	22mg/kg	72–96h	O	
Cefquinoma	5–20mg/kg	3–5 d	I	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
		Dosis única	M	
			/	
			I	
			P	
			IP	
Cloramina-T	20mg/L	1h 4 d	BATH	
	2.5–20 mg/L	(varios)	BATH	Desinfectante: control de enfermedades branquiales bacterianas y parásitos
	5–10mg/L	1h	BATH	
Ciprofloxacino	15mg/kg	Dosis única	IM/IV	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
Difloxacino	10mg/kg	Dosis única	PO	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
Dihidroestreptomici na	0.125 mg	Dosis única	IM/IV	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
	10mg	Dosis única	PO	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
	10mg/kg	24h	IM	Tiburones
Enrofloxacin	2.5–5.0mg/L	5h q 24h 5–7 d	BATH	A
	30–50mg/L	4–24h (varios)	BATH	
	5–50mg/kg	24h	PO	a
	2.5–10 mg/kg	5–10 d	IM/IP/IV	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
Eritromicina	10–20mg/kg	Dosis única	IP	Para BKD antes de desovar
	50–100mg/kg	24h 10–21 d	PO	
	2mg/L	1h	BATH	Para BKD en huevos
Florfenicol	5–20mg/kg	24h 10 d	PO	Salmón
	10–15mg/kg	24h 10 d	PO	Dosis aprobada por la FDA de EE. UU. para especies selectas
	40–50mg/kg	12–24h	PO, IM, IP	Pacú rojo
	25–50mg/kg	Dosis única	IM	
Flumequina	10–500mg/L	1–72h	BATH	Aumentar la dosis en agua salada <sup>d</sup>
	5–50mg/kg	24h 5–10 d	PO	A
	30mg/kg	Dosis única	IM/IP	Los niveles de dosis IP (e IM) se mantienen en niveles efectivos durante 10d <sup>d</sup>
	2–25 mg/kg	Dosis única	IV	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
Fumagilina	30–60mg/kg	Dosis única	PO	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
	3–6mg/kg	Dosis única	IV	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
Furpirinol	4–32mg/L	5h	BATH	
Gentamicina	3mg/kg	72h	IM	Muy nefrotóxico para los peces aglomerulares. La exposición al baño no alcanza los niveles sanguíneos
	6mg/kg	cada semana	IM	Tiburones
Kanamicina	50–100mg/L	72h 5h	BATH	Nefrotóxicos algunas especies. Cambiar el agua un 50% entre tratamientos



	50mg/kg	24h	PO	Nefrotóxico algunas especies
	10-20mg/kg	24h	PO	Tiburones
	20mg/kg	72h	IP	Nefrotóxico algunas especies
Lincomicina	40mg/kg	24h	PO	Japón
Marbofloxacina	10mg/kg	24h 1-3 d	PO	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
Miloxacin	60mg/kg	24h 6 d	PO	Japón
Ácido nalidíxico	13mg/L	1-4h	BATH	
	20mg/kg	24h	PO, IM, IV	Otras dosis utilizadas para los estudios de farmacocinética
Neomicina	66mg/L	3 d	BATH	Tóxico para las bacterias nitrificantes en el filtro
	20mg/kg	Dosis única	PO	Tiburones para prevenir la hinchazón, mal absorbida por el intestino
Norfloxacino	30-50mg/kg	24h 5 d	PO	
Ácido oxolínico	25mg/L	0.25h q 12h	BATH	
	0.15-1.5mg/L	10 d	BATH	
	50-200mg/L	1-72h	BATH	
	5-25 nf.j	Dosis única	IV	Dosis utilizada para determinar la farmacocinética
	10mg/kg	24h 10 d	PO	Especies de agua dulce
	25-75mg/kg	24h 10 d	PO	Especies de agua salada
Oxitetraciclina	10-50mg/L	1h	BATH	Para infecciones superficiales
	20-50mg/L	5-24h 24h 5-6 d	BATH	Cambie el 50-75% del agua entre tratamientos
	55-83mg/kg	24h 10 d	PO	Dosis aprobada por la FDA de EE. UU. para especies selectas
	25-50mg/kg	24h 5-7 d	IM/IP	Produce niveles altos durante varios días cuando se administra IM
	3mg/kg	24h	IV	Pacú rojo
Ácido piromídico	10mg/kg	24h 5-10 d	PO	Japón
Sarafloxacina	10-30mg/kg	24h 10 d	PO	a
Sulfadiazina-Trimetoprima	30-50mg/kg	24h 7-10 d	PO	
	125mg/kg		IP	
Sulfadimetoxina-Ormetoprim	50mg/kg	24h 5d	PO	Dosis aprobada por la FDA de EE. UU. para especies selectas
Sulfamerazina	220mg/kg	24h 14 d	PO	
	200mg/kg	24h 10 d	PO	
Sulfametoxazol-Trimetoprima	20mg/L	12h q 24h 5-7 d	BATH	Cambie el 50-75% del agua entre tratamientos
	30mg/kg	24h 10-14 d	PO	
Tetraciclina	80mg/kg	Dosis única	PO	
Tianfenicol	20mg/L	1h	BATH	
	50mg/kg	24h 7-10 d	PO	Japón
Vetoquinol	25-40mg/kg	Dosis única	PO	
Virginiamicina	40mg/kg	24h 15 d	PO	

Fuente: (Giguere et al., 2013).

### Tabla 3

#### *Regímenes terapéuticos recomendados para algunos antibióticos de uso en acuicultura*

Antibiótico	Dosis (mg/kg de biomasa)	Duración de terapia(días)
Oxitetraciclina (OTC)	120-240	7-12
Ciprofloxacino (CIPRO)	10-15	7-12
Enrofloxacino (ENRO)	10-15	7-12
Florfenicol (FFC)	50-80	7-12

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2018).



Los peces salvajes que habitan cerca de las mayas, consumen piensos medicados con antibióticos, según el estudio, estos antibióticos pasan después a la carne de los peces y permanecen en cantidades detectables (Aguilar et al., 2018).

Los antibióticos se utilizan comúnmente en la industria acuícola, así como en cualquier sistema ganadero (sistemas lecheros, carne bovina, cerdos, aves, etc.), porque según su naturaleza, pueden eliminarse rápidamente o permanecer activos por tiempos prolongados, estos antimicrobianos se utilizan para tratar o prevenir enfermedades y en algunos casos para fomentar el crecimiento, estos medicamentos han llegado al medio acuático y terrestre debido a su alto uso (Barattini, 2014).

### **2.2.6.3. Promotores de crecimiento**

Los piensos para peces deben satisfacer plenamente las necesidades nutricionales de los peces ; un pienso bien formulado con ingredientes de alta calidad da lugar a un mejor crecimiento y supervivencia, reduciendo en última instancia el impacto medioambiental (OAEPS, 2012). Sin embargo, el uso de antibióticos como estimulantes del crecimiento es un tema controvertido, estos antibióticos también se añaden al pienso como aditivo, pero en concentraciones subterapéuticas , los estudios sugieren que puede aumentar el peso en un 5%, aunque no se conoce con precisión el impacto exacto (Casana, 2017), se piensa que: alteran la flora microbiana intestinal, lo que provoca una disminución de los microorganismos causantes de enfermedades que no son clínicamente evidentes, debilitan la pared de los enterocitos, lo que mejora la absorción





de nutrientes regulando la flora intestinal , aumento de la producción de vitaminas y otros factores de crecimiento.

#### **2.2.6.4. Alimentación del pejerrey en áreas naturales**

En el transcurso del tiempo, la dieta del pejerrey es planctívora con predilección por zooplancton (Cladóceros y Copépodos), en su desarrollo comienza a cambiar hacia la piscivoría y el canibalismo, sus preferencias de alimentación del pejerrey son el camarón de agua dulce (*Palaemonetes argentinus*) y los pequeños caracoles (*Littoridina*), junto con restos de vegetales e insectos (Mancini et al., 2009).

#### **2.2.7. Antibióticos en acuicultura**

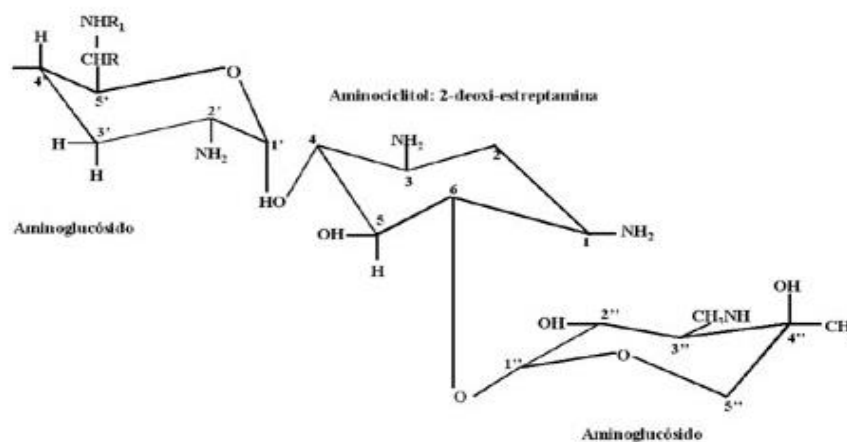
##### **- Gentamicina**

La contaminación de antibióticos por animales destinados al consumo humano es un problema bien conocido, es preocupante porque estos antibióticos, como las tetraciclinas y los aminoglucósidos, también se utilizan en humanos, estos administran en grandes cantidades para favorecer el crecimiento, la gentamicina se utiliza para evitar la muerte prematura (Rocha et al., 2015). Además, estos antibióticos pueden detectarse en alimentos de origen animal, lo que supone un riesgo para la salud pública (Cabello, 2004).

Los antibacterianos aminoglucósidos, tienen una eficaz acción bactericida, identificándose como mecanismo de acción tradicional en la inhibición de la síntesis proteica, estos antimicrobianos aminoglucósidos-aminoclitoles se componen de dos tipos de compuestos químicos: azúcares no aminados (glucósidos), alcoholes cíclicos no aminados (ciclitoles) (Mella et al., 2004).

**Figura 1**

*Estructura química de un aminoglucósido-aminociclitol*



Fuente: (Mella et al., 2004).

### - **Norfloxacino**

Antibiótico bactericida perteneciente a la segunda generación de quinolonas, su mecanismo de acción consiste en inhibir la síntesis del ADN bacteriano, lo que produce efectos bactericidas, tiene un amplio espectro de actividad, dirigido tanto a bacterias aerobias grampositivas como gramnegativas (Pediamecum, 2020).

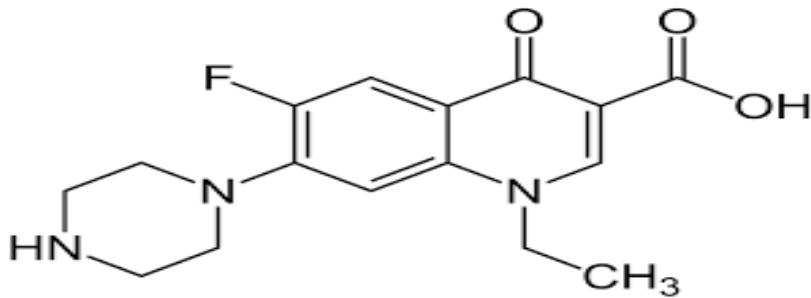
Las quinolonas se encuentran en el conjunto de agentes antimicrobianos sintéticos, amplios y muy heterogéneos químicamente, su estructura está compuesto por un ácido (1-sustituido-1,4-dihidro-4-oxopiridin-3-carboxílico), podemos definirlos como derivados de un ácido 3-carboxílico-4-oxo, una ellos como, quinolina (Leyva & Leyva, 2016).

Las fluoroquinolonas tienen una biodisponibilidad oral moderada a elevada en animales, casi completa absorción parenteral y una amplia distribución en los tejidos, su comportamiento cinético varía según su estructura química,

tienen absorción en el tracto gastrointestinal, hepática y renal (Errecalde et al., 2022).

## Figura 2

*Estructura química de la Norfloxacin*



Fuente: (Leyva & Leyva, 2016).

### - **Oxitetraciclina**

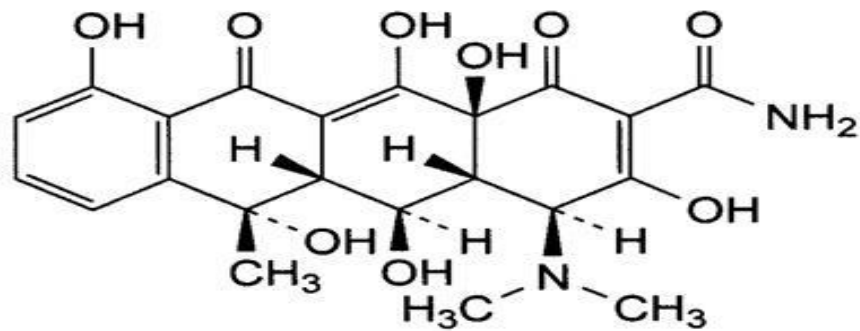
La familia de las tetraciclinas es un grupo de antibacterianos que se utilizan en la industria veterinaria, resistente a bacterias grampositivas y gramnegativas, como algunas rickettsias y micoplasmas, estudios de sensibilidad han demostrado que la Oxitetraciclina tiene una tasa de sensibilidad del 96,875% en *Bacillus subtilis* (Ticona, 2017). La absorción oral de 75 mg/kg de clorhidrato de Oxitetraciclina en animales de acuicultura es del 5,6%, se distribuye a la mayoría de los tejidos porque es liposoluble (Benavente, 2013).

Las tetraciclinas tienen una variedad de grupos funcionales de oxígeno en la parte inferior de la molécula, son antibióticos de acción bacteriostática., que al conectarse al ribosoma bacteriano 30S, esta acción se destaca por inhibir la síntesis proteica bacteriana en el proceso de reproducción y crecimiento celular su estructura química compuesta, (4S, 4aR, 5S, 5aR, 6S, 12aS)-4-dimetilamino-3,5,6,10,12, 12a-hexahidroxi -6 –metil - 1, 11 - dioxo- 1, 4, 4a,5,5a,6,11,12,12a-

octahidronaftaceno2-carboxamida, sustancia producida por el crecimiento de ciertas cepas de *Streptomyces rimosus* (Korchi, 2018).

**Figura 3**

*Estructura química de la oxitetraciclina*



Fuente: (Korchi, 2018)

### - **Ciprofloxacino**

Antibiótico que pertenece a la familia de fluoroquinolonas inhibe la síntesis del DNA bacteriano, bacilos gramnegativos entéricos y otras bacterias forman parte de su espectro antimicrobiano (Pediamecum, 2020).

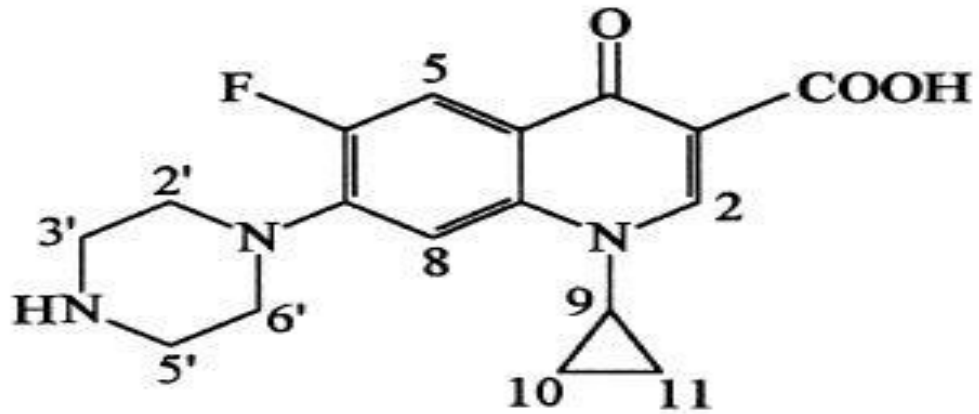
La estructura química ciprofloxacino (ácido-1-ciclopropil-6-fluor- 1,4-dihidro-4-oxo-7[1-piperazinil] 3-quinolein carboxílico), en su mayoría tiene efectos bactericidas, su amplio espectro incluye bacterias, aerobias y cocos Gram-positivos y Gram-negativos aerobios facultativos, farmacocinética actúa favorablemente sobre la absorción de ciprofloxacino luego de su administración oral (75-80%) (Choque et al., 2020).

El ciprofloxacino se usa como antibiótico para tratar y prevenir enfermedades entéricas y respiratorias en animales, su metabolismo, absorción, distribución, y eliminación, son los procesos simultáneos que determinan dónde

va el fármaco en el organismo (Errecalde et al., 2022).

#### Figura 4

*Estructura química del ciprofloxacino*



Fuente: (Choque et al., 2020)

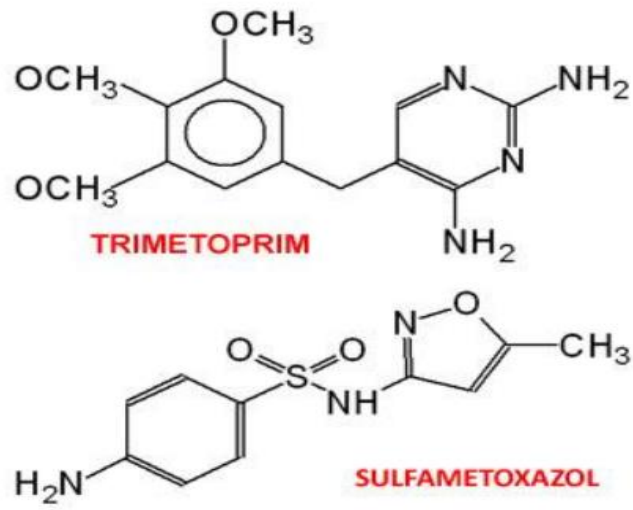
#### - **Trimetoprim Sulfametoxazol**

El sulfametoxazol y la trimetoprima son medicamentos que se usan para tratar infecciones bacterianas (Nieto, 2016). El mal uso de estos antibióticos supone una resistencia a las sulfonamidas, por la síntesis del ácido p-aminobenzoico y por cambios mutacionales de la hididropterato sintasa (Bisso, 2018).

Los antimicrobianos sulfametoxazol y trimetoprima actúan juntos contra una variedad de microorganismos que afectan animales y humanos, con acción bacteriostática, detienen el crecimiento de las bacterias, lo que dificulta su reproducción, lo que facilita el trabajo del sistema inmune contra estos gérmenes, secuencialmente bloqueando las enzimas bacterianas que producen ácido fólico, las sustancias esenciales para la síntesis y reparación del ADN (Ortega, 2021).

## Figura 5

*Estructura química del sulfametoxazol*



Fuente: (Ortega, 2021).

**Tabla 4**

*Estándares para la evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana clínica*

Grupo de pruebas/informes	Agente antimicrobiano	Contenido del disco	Categorías interpretativas y puntos de corte de diámetro de zona, mm enteros más cercanos			Categorías interpretativas y puntos de corte de MIC, µg/mL				Comentarios	
			S	SD D	I	R	S	SDD	I		R
<b>CARBAPENEMS</b>											
B	Meropenem	10 µg	≥ 2 3	-	2 0 - 2 2	≤19	≤ 1	-	2	≥ 4	(35) Los puntos de interrupción se basan en una pauta posológica de 1 g administrada cada 8 h.
<b>LIPOPEPTIDOS</b>											
<p>(36) ADVERTENCIA: Los datos clínicos y de PK-PD demuestran que la colistina y la polimixina B tienen una eficacia clínica limitada, incluso si se obtiene un resultado intermedio. Se prefieren los agentes alternativos. La colistina y la polimixina B deben utilizarse en combinación con uno o más agentes antimicrobianos activos. Se recomienda consultar con un especialista en enfermedades infecciosas.</p> <p>(37) Varias especies son intrínsecamente resistentes a los lipopéptidos (colistina y polimixina B). Consulte el Apéndice B.</p>											
O	Colistina O polimixina B	- - - -	- - - -	-	-	-	≤2 <sup>A</sup>	≥4	-	-	<p>(38) La colistina (metano sulfonato) debe administrarse con una dosis de carga y dosis máximas ajustadas por vía renal (ver Guías de Consenso Internacional).</p> <p>40) Cuando la colistina o la polimixina B se administran sistémicamente, es probable que ninguna de las dos sea eficaz para la neumonía.</p> <p>41) Para colistina, los métodos de microdilución de caldo, CBDE y CAT MIC son aceptables. En el caso de la polimixina B, la microdilución en caldo es el único método aprobado. Difusión y gradiente del disco no se deben realizar métodos de difusión (ver Tabla 3D).</p>
<b>AMINOGLUCÓSIDOS</b>											
<p>(42) ADVERTENCIA: Para <i>Salmonella</i> spp. y <i>Shigella</i> spp., los aminoglucósidos pueden parecer activos <i>in vitro</i>, pero no son clínicamente efectivos y no deben ser reportados como susceptibles.</p>											
A	Gentamicina	10 ug	≥ 1	-	1 3	≤12	≤ 4	-	-	≥16	
A	Tobramicina	10 ug	≥ 5 1 5	-	- 1 4 1 3 - 1 4 1	≤12	-	-	-	≥16	
B	Amikacina	30 Ug	≥ 1 7	-	1 5 - 1 6 1	≤14	≤ 6	-	-	≥ 64	
O	Kanamicina	30 Ug	≥ 1 8	-	1 4 - 1 7 1	≤13	≤ 6	-	-	≥ 64	
O	Netilmicina	30 ug	≥ 1	-	1 3	≤12	≤ 8	-	-	≥ 32	



			5		-					
					1					
					4					
					^					
O	Estreptomicina	10 ug	≥ 15	-	1	≤ 11	-	-	-	-
					2					
					-					
					1					
					4					
					^					

Fuente: (CLSI, 2020)

Grupo de pruebas/informes	Agente antimicrobiano	Contenido del disco	Categorías interpretativas y puntos de corte de diámetro de zona, mm enteros más cercanos				Categorías interpretativas y puntos de corte de MIC, SDD, I, R, µg/mL				Comentarios
			S	SD	I	R	S	SDD	I	R	
<b>MACRÓLIDOS</b>											
In v.	Azitromicina	15 µg	≥ 13	-	-	≤ 12	□ 16	-	-	□ 3	(43) <i>Arr. Enterica Ser.</i> Solo typhi: los puntos de corte se basan en datos de distribución de MIC y datos clínicos limitados. Para <i>S. flexneri</i> y <i>S. sonnei</i> , véase el Apéndice G, Tabla G1.
						1				2	
						2					
<b>TETRACICLINAS</b>											
(44) Los organismos que son susceptibles a la tetraciclina también se consideran susceptibles a la doxiciclina y la minociclina. Sin embargo, algunos organismos que son intermedios o resistentes a la tetraciclina pueden ser susceptibles a la doxiciclina, la minociclina o ambas.											
C	Tetraciclina	30 µg	≥ 15	-	12-14	≤ 11	□ 4	-	8	□ 6	
						1				1	
						1				6	
O	Doxiciclina	30 µg	≥ 14	-	11-13	≤ 10	□ 4	-	8	□ 6	
						1				1	
						0				6	
O	Minociclina	30 µg	≥ 16	-	13-15	≤ 11	□ 4	-	8	□ 6	
						1				1	
						2				6	
<b>QUINOLONAS Y FLUOROQUINOLONAS para Enterobacterales excepto Salmonella spp. (Consulte el Glosario I)</b>											
<b>FLUOROQUINOLONAS para Enterobacterales excepto Salmonella spp. (Consulte el Glosario I)</b>											
B	Ciprofloxacino	5 µg	≥ 26	-	22-25^	≤ 2	≤ 0.25	-	0.5	□ 1^	(45) Los puntos de corte para la ciprofloxacino se basan en un régimen de dosificación de 400 mg IV o 500 mg por vía oral administrados cada 12 h.
						1	≤ 0.5			1^	
						1					
						6					
						1					
						4					
						1					
						4					
O	Cinoxacina	100 µg	≥ 19	-	15-18^	≤ 14	□ 16	-	32	□ 4	Véase el comentario (29).
						1			^	6	
						4				4	
O	Enoxacina	10 µg	≥ 18	-	15-17^	≤ 14	≤ 2	-	4^	□ 8	Véase el comentario (29).
						1					
						4					
O	Gatifloxacino	5 µg	≥ 18	-	15-17^	≤ 14	≤ 2	-	4^	□ 8	
						1					
						4					
O	Gemifloxacino	5 µg	≥ 20	-	16-19	≤ 15	≤ 0.25	-	0.5	□ 1	(47) A efectos de las pruebas y la notificación de <i>K. pneumoniae</i> solamente.
						1					
						5					
O	Grepafloxacino	5 µg	≥ 18	-	15-17	≤ 14	□ 1	-	2	□ 4	
						1					
						4					
O	Lomefloxacina	10 µg	≥ 22	-	19-21^	≤ 15	≤ 2	-	4^	≥	





	o			1		8	
O	Ácido nalidíxico	30 µg	≥19 – 14–18	≤	□ 16	–	– □
				1			
				3			
O	Norfloxacin	10 µg	≥17 – 13–16	≤	≤4	–	8 ≥
				1			
				2			
O	Ofloxacin	5 µg	≥16 – 13–15^	≤	≤2	–	4^ ≥
				1			
				2			
In v.	Fleroxacin	5 µg	≥19 – 16–18^	≤	□ 2	–	4^ □
				1			
				5			8

**QUINOLONAS Y FLUOROQUINOLONAS para *Salmonella* spp. (Consulte el Glosario I.)**

(48) Para pruebas y reportes de *Salmonella* spp. (incluyendo *S. Enterica Ser. Typhi* y *S. Enterica Ser. Paratyphi A-C*). Las pruebas de susceptibilidad de rutina no están indicadas para *Salmonella* spp. no tifoidea aislada de fuentes intestinales.

(49) La prueba preferida para evaluar la susceptibilidad o resistencia a las fluoroquinolonas en *Salmonella* spp. es la prueba MIC de ciprofloxacina. Se puede realizar una prueba de cm<sub>i</sub> de levofloxacina o ciprofloxacina si alguno de los agentes, respectivamente, es la fluoroquinolona de elección en un centro específico. Si no se puede realizar una prueba de difusión de disco de ciprofloxacina, levofloxacina o ciprofloxacina o disco de ciprofloxacina, se puede utilizar la difusión en disco de pefloxacina como prueba indirecta para predecir la susceptibilidad a la ciprofloxacina.

50) Ninguna prueba por sí sola detecta la resistencia resultante de todos los posibles mecanismos de resistencia a las fluoroquinolonas que se han identificado en *Salmonella* spp.

Fuente: (CLSI, 2020)

Grupo de prueba s/informes	Agente antimicrobiano	Contenido del disco	Categorías interpretativas y puntos de corte de diámetro de zona, mm enteros más cercanos				Categorías interpretativas y puntos de corte de MIC, µg/mL			Comentarios
			S	SD D	I	R	S	SD D	I	
<b>QUINOLONAS Y FLUOROQUINOLONAS para <i>Salmonella</i> spp. (Consulte el Glosario I.) (Continuación)</b>										
B B	Ciprofloxacino Levofloxacino	5 µg	≥31	–	21–	≤0.06	–	0.12–0.5 ^		(51) Las cepas aisladas de <i>Salmonella</i> spp. que no son susceptibles a ciprofloxacino, levofloxacino, ofloxacin o pefloxacino pueden asociarse con fracaso clínico o retraso Respuesta en pacientes tratados con fluoroquinolonas con salmonelosis.
		–	–	–	30^	≤0.12	–	0.25–1^		
O	Ofloxacin	–	–	–	–	≤0.12	–	0.25–1^		
I n v .	Pefloxacino (prueba sustitutiva de ciprofloxacina)	5 µg	≥24	–	–	–	–	–		(52) Informe los resultados como susceptibles o resistentes a la ciprofloxacina según el resultado de la prueba de pefloxacina. La pefloxacina no detectará resistencia en <i>Salmonella</i> spp. debido a <i>aac(6)-Ib-cr</i> . Los discos de pefloxacina no están disponibles en los Estados Unidos. Véase el comentario 50).
<b>ANTAGONISTAS DE LA VÍA DEL FOLATO</b>										
B	Trimetoprim sulfametoxazol	1.25/23.75 µg	≥16	–	11–15	□ 2/38	–	–		Véase la observación general (2).
U	Sulfonamidas	250 or 300 µg	≥17	–	13–16	□ 256	–	–		(53) El sulfisoxazol se puede utilizar para representar cualquiera de las sulfonamidas disponibles actualmente preparativos.
U	Trimetoprima	5 µg	≥16	–	11–15	□ 8	–	–		
<b>FENICOL</b>										
C	Cloranfenicol	30 µg	≥18	–	13–17	□ 8	–	16		(54) No se informa de forma rutinaria sobre aislados del tracto urinario.
<b>FOSFOMICINAS</b>										



U	Fosfomicina	200 µg	≥16	-	13-15	□ 64	-	128	<p>(55) La difusión del disco y los puntos de ruptura de la CMI se aplican solo a los aislados del tracto urinario de <i>E. coli</i> y no deben extrapolarse a otras especies de Enterobacterales.</p> <p>(56) El disco de fosfomicina 50ug y glucosa 6 – fosfato.</p> <p>(57) El único método de CMI aprobado para las pruebas es la dilución en agar utilizando medios de agar suplementados con 25 g/m de glucosa 6 fosfato . Prueba de CMI de dilución en caldo no debe realizarse.</p>
---	-------------	-----------	-----	---	-------	------	---	-----	---

Fuente: (CLSI, 2020)

**Tabla 5**

*Concentración y rangos de la zona de inhibición para la evaluación de los antibióticos analizados en el antibiograma para sanidad animal*

Antibiótico (mm)	Concentración	Zona de inhibición		
		Resistente (R)	Intermedia (I)	Sensible (S)
Ampicilina	10µg	≤ 14	15-22	≥ 23
Azitromicina	15µg	≤ 11	12-13	≥ 14
Cloranfenicol	30µg	≤ 20	21-27	≥ 28
Colistina	10µg	≤ 10	11-17	≥ 18
Enrofloxacino	30µg	≤ 14	15-21	≥ 22
Eritromicina	15µg	≤ 12	13-23	≥ 24
Fosfomicina	50µg	≤ 21	22-30	≥ 31
Oxitetraciclina	30µg	≤ 13	14-19	≥ 20

Fuente: Base de datos Scan 4000 (2023).

### 2.2.8. Metabolismo y excreción de los antibióticos

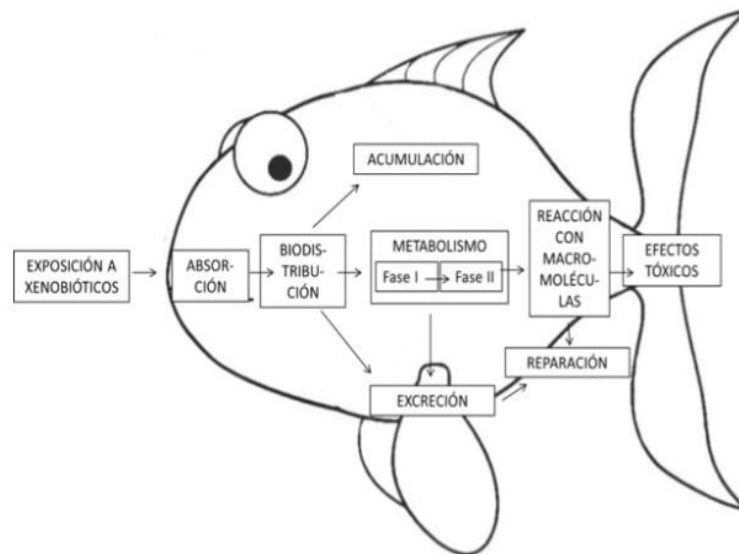
Es bien sabido que diversos tejidos tienen la capacidad de sufrir biotransformación, el hígado y su abundante cantidad de enzimas metabólicas, es el lugar principal del metabolismo de los fármacos, los cuales depende de diversos factores, como la genética, las enfermedades, interacciones farmacológicas y las condiciones ambientales (Albujar, 2015).

El proceso de biotransformación, consiste en alterar los fármacos en estructuras químicas xenobióticos para aumentar su solubilidad en agua, facilitando su eliminación, estos microorganismos saprofitos del tracto intestinal también contribuyen a este proceso de biotransformación, dando lugar a la

formación de metabolitos más solubles en agua debido a su lipofilia, estos metabolitos pueden eliminarse más fácilmente por vía renal o biliar y suelen ser menos tóxicos (Castell, 2018).

### Figura 6

*El fenómeno de la biotransformación de xenobióticos en peces*



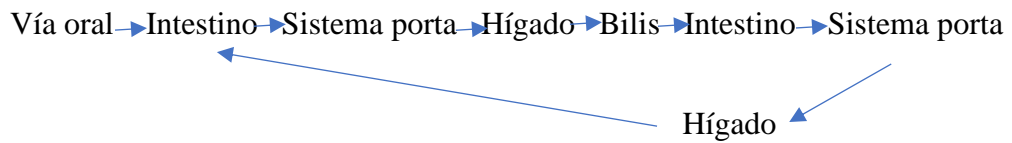
Nota: Se observa la eliminación de los xenobióticos.

Fuente: Blanco (2020).

La excreción de fármacos por medios de transporte pasivos (difusión y filtración), se conoce como excreción de cinética de primer orden, mientras que la excreción por medios de transporte especializados se conocen como excreción de cinética de orden cero, una misma sustancia puede biotransformarse, en múltiples metabolitos y cada metabolito puede ser excretado por diferentes mecanismos y a diferentes velocidades, el hígado es la vía secundaria más importante que excreta el fármaco (Aparicio & Paredes, 2015).

## Figura 7

### *Los fármacos en el hígado*



*Nota:* Esquema del ciclo enterohepático

Fuente: (Aparicio & Paredes, 2015).

Es habitual, la velocidad de absorción y unión de una tetraciclina a las proteínas plasmáticas está directamente influenciada por su liposolubilidad relativa, velocidad de biotransformación y semivida biológica global, un punto de vista técnico, la disponibilidad y la farmacocinética de los antibióticos en acuicultura muestran una variabilidad significativa, influida por factores como la especie, la edad, la temperatura del agua, la salinidad y la vía de administración (Benavente, 2013).

### **2.2.9. Excreción biliar**

El proceso de eliminación de un compuesto parental a través del árbol biliar se conoce como aclaramiento biliar, sustancias anfipáticas de alto peso molecular se excretan principalmente por esta vía, esto se debe a que las moléculas anfipáticas grandes tienen tendencia a unirse a la albúmina plasmática, lo que impide su excreción renal (Arguedas, 2005). Sin embargo, también puede reabsorberse, en cuyo caso comienza un nuevo ciclo de absorción, distribución, metabolismo y excreción para la fracción reabsorbida del fármaco (Ruiz et al., 2012).



## 2.3. Residuos de antibióticos y su importancia en Salud Pública

### 2.3.1. Residuos de antibióticos

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), las infecciones ocasionadas por bacterias resistentes a los antimicrobianos causan más de 700 000 muertes anuales en el universo, se ha convertido en un importante problema de salud pública mundial, causan 10 millones de muertes en los próximos 25 años y pérdidas económicas superiores a 100 billones de dólares para 2050 (OPS, 2021).

Los residuos engloban todas las sustancias químicas o biológicas que, al ser administradas al animal, son eliminadas como metabolitos en los peces, planteando efectos nocivos para el consumidor (Albujar, 2015). Por otra parte Huaranca (2018), describe que estos compuestos hacen que entren en contacto a diversos tejidos de los animales.

El consumo de medicamentos humanos y veterinarios varía significativamente, oscilando entre 50 y 150 g/persona/año para uso humano, se calcula que el 50% de los medicamentos no utilizados no se eliminan adecuadamente (INFAC, 2016). Los peces entran en contacto con los antibióticos de diversas formas, como a través de los alimentos no ingeridos, en consecuencia existe la posibilidad de que su carne esté contaminada con residuos antimicrobianos, que podrían transferirse al sistema digestivo de los consumidores humanos (Fortt et al., 2017).



### 2.3.2. Resistencia bacteriana

Cuando se trata de infecciones bacterianas, es importante destacar que los antibióticos han sido, son y seguirán siendo una herramienta crucial en la medicación de una variedad de afecciones infecciosas. No obstante, se ha documentado la existencia de genes que son resistentes a los antibióticos en varios tipos. A lo largo de los años, un número creciente de microorganismos ha desarrollado resistencia a casi todos los antibióticos en uso (Gonzalez et al., 2019).

En todo el mundo, varios informes han mostrado un aumento alarmante en los niveles de resistencia; es así que la Organización Mundial de la Salud busca reducir el uso de antibióticos implementando políticas nacionales e internacionales sobre el consumo y la producción de antibióticos, también incluye restricciones en el uso de antibióticos como promotores del crecimiento en animales para consumo humano y la promoción de un uso razonable para el consumo humano (Ponce et al., 2015).

La resistencia cromosómica adquirida, que resulta de la alteración del componente celular al que se dirige el antibiótico, es uno de los mecanismos de resistencia, la sustitución de grupos fosfato es la modificación más común, esta resistencia cromosómica causada por mutaciones específicas que conducen a la activación constitutiva de este sistema y a la consiguiente sobre expresión de genes que modifican el LPS, lo que da lugar a una modificación permanente del lípido (Casana, 2017). En términos de morbilidad, mortalidad y resultado terapéutico, esta actividad tiene un impacto negativo en la salud del animal , conduciendo al fracaso del tratamiento, al aumento de la resistencia, a un mayor número de recaídas la latencia de los proceso infeccioso, pérdidas económicas y a reacciones adversas a los antibióticos



(Arenas & Moreno, 2016).

### **2.3.3. Toxicidad**

Algunos autores afirman que el abuso de antibióticos ha provocado la aparición de bacterias que son resistentes a múltiples medicamentos, conocidas como superbacterias, infecciones causadas por estas bacterias requieren una intervención inmediata debido a su larga duración y riesgo de complicaciones, una forma de prevenir este problema cada vez más prevalente, es el uso óptimo de los antibióticos, para prevenir la propagación de la multidrogorresistencia (Gonzalez et al., 2019). Esto debido a que los compuestos lipofílicos se acumulan en el cuerpo y provocan fenómenos de toxicidad, es mucho más difícil eliminarlos, una ilustración de la toxicidad hepática del paracetamol, que está relacionada con la gravedad del daño celular (Castell, 2018).

### **2.3.4. Respuestas inmunopatológicas**

La hipersensibilidad causada por consumo de antimicrobianos en pequeñas cantidades en los alimentos, puede provocar reacciones adversas cuando se trata a individuos sensibles con el antibiótico respectivo, estas reacciones pueden ir desde un pico leve hasta un shock anafiláctico (Albujar, 2015). Los fármacos que causan reacciones alérgicas localizadas, se activan inicialmente en un tejido específico, por eje , las reacciones de hipersensibilidad específicas de la piel causadas por el sulfametoxazol son metabolizadas por los queratinocitos de la piel (Castell, 2018).

### **2.3.5. Residuos de antibióticos en alimentos**

Los restos de antibióticos suelen detectarse mediante métodos biológicos,





que permiten identificar una amplia gama de grupos antimicrobianos en poco tiempo, los cuales no sólo son rentables, sino que también poseen numerosas ventajas, lo que los hace ideales para su aplicación como pruebas de cribado, que contribuyen a minimizar el tiempo necesario para la detección de residuos (Castell, 2018).

### 2.3.6. Microorganismos indicadores

Existe consenso sobre lo positivo de las pruebas microbiológicas, que consisten en realizar una prueba de aproximación cualitativa, comparar una cepa sensible con una muestra problema, esta prueba oficial alemana de difusión en placa, que utiliza microorganismos sensibles a numerosos antibióticos (Albujar, 2015).

En Trujillo, en 2011, se utilizaron cepas sensibles como *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis* y *Escherichia coli*, para identificar los restos de antibióticos en la leche fresca resultando una tasa positiva con *Bacillus stearothermophilus* y *Bacillus subtilis* representando el 37 % de los resultados positivos, frente a el 3 % de *Escherichia coli* (Miranda & Muñoz, 2011). En México, se utilizó la prueba oficial de difusión en placa realizada en Alemania que utiliza *Bacillus subtilis* BGA como indicador y utiliza cultivos a diferentes temperaturas para evaluar la aparición de antimicrobianos  $\beta$ -lactámicos como la penicilina, estreptomina y sulfamidina. Los resultados mostraron una tasa positiva del 4,1% para la penicilina, del 4,5% para la sulfamidina y del 3,7% para la estreptomina (Espitia, 2016).

En 2018, un estudio de Puno reporto residuos de antibióticos en canales de ganado en el cual se utilizó, *Bacillus subtilis* como cepa sensible. Los resultados



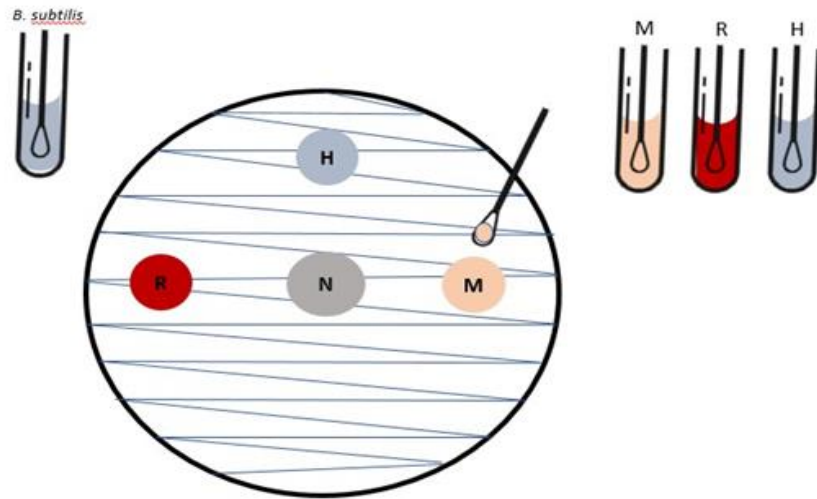
mostraron que el 33,10% de las muestras dieron positivo (Paredes, 2018) . En el mismo año realizaron en la microcuenca de Taraco, el cual revelo la presencia de restos de antimicrobianos betalactámicos en la leche fresca. Asi mismo utilizando *Bacillus stearothermophilus* como indicador los resultados indicaron una tasa positiva del 20% (Huaranca, 2018). El 2020, se llevó a cabo una prueba biológica utilizando *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Bacillus subtilis* como indicadores, y penicilinas, tilosina y Oxitetraciclina como antibióticos. Los resultados revelaron una tasa de positivos del 20% (Huaman, 2020).

### **2.3.7. Técnica rápida**

La prueba STOP (prueba in situ con bastoncillos o prueba in situ con bastoncillos) es un método que se realiza en placas de Petri con agar Mueller Hinton, que contiene *Bacillus subtilis* como medio de cultivo, y discos de neomicina (Figura 8). Cada placa se inocula con bastoncillos de algodón estériles empapados en fluidos biológicos (músculo, riñón y hígado), y en el centro se coloca un disco de neomicina, los cuales se incuban en placas Petri a 35°C durante 18-24 horas luego se lectura las zonas de inhibición (Albujar, 2015).

## Figura 8

### Placa con agar Mueller Hinton



*Nota: Bacillus subtilis*, se encuentra en la placa de agar Mueller Hinton junto con un disco de neomicina (N), un hisopo empapado y presionado contra el agar con fluidos de riñón (R), músculo (M) e hígado (H).

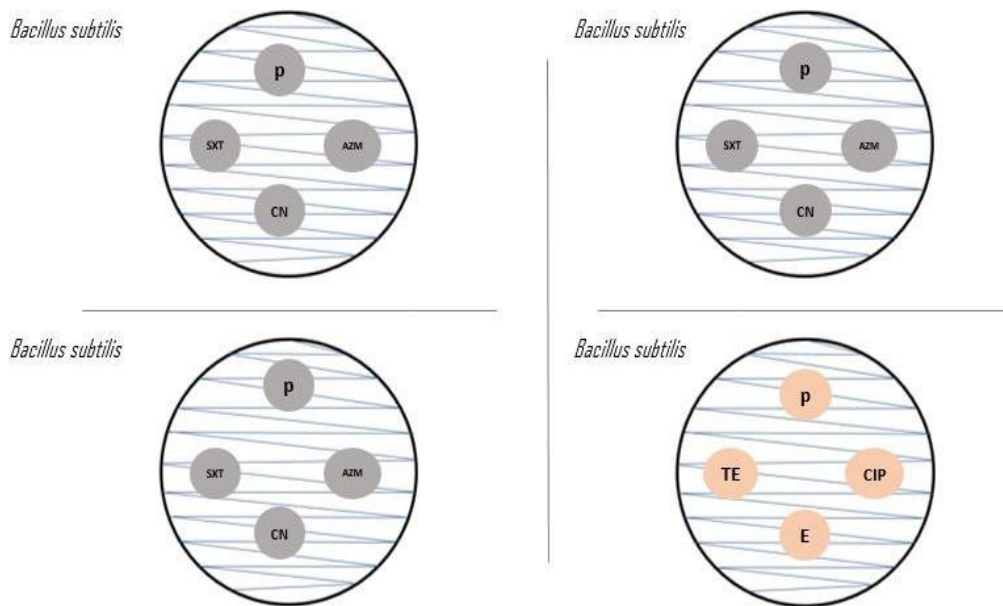
Fuente: (Albujar, 2015).

## 2.4. EL METODO DE LAS CUATRO PLACAS

Este método fue desarrollado por la Comisión Científica Veterinaria de la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE) en 1980. La prueba de difusión en agar en cuatro placas (Figura N.9) utiliza dos microorganismos distintos (*Bacillus subtilis* y *Micrococcus luteus* ATCC 9341). Esta prueba se basa en ensayos previos donde la placa que contiene *Trimetoprima* y *Bacillus subtilis* es una novedad que se utiliza para detectar restos de sulfonamidas; esta prueba es una combinación de la prueba alemana (Albujar, 2015).

**Figura 9**

*Método de las cuatro placas*



*Nota:* Método de las cuatro placas, basado en el cultivo de un microorganismo sensibilizado a antimicrobianos en agar; antibióticos SXT (Sulfametoxazol), TE(Tetraciclina), CIP (Ciprofloxacino), P(Piperacilina).

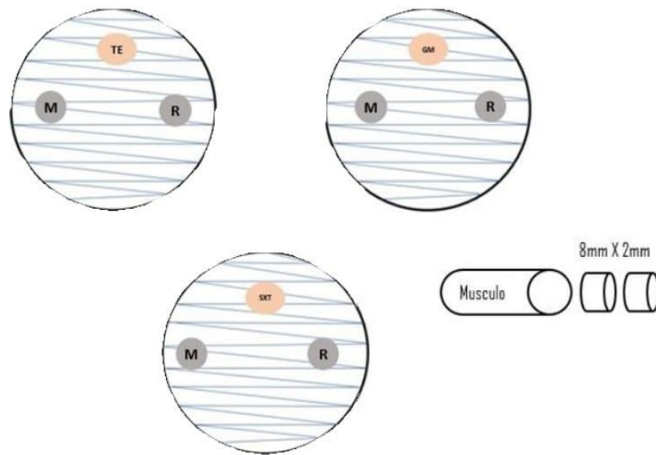
Fuente: (Albujar, 2015).

## 2.5. MÉTODO DE LAS TRES PLACAS

También denominada prueba inhibitoria en tejido, se basa en colocar una muestra de tejido que contenga un inhibidor (Figura 10), sobre un medio nutritivo sólido, el inhibidor se difundirá en el medio de cultivo y formará un halo de inhibición alrededor del tejido. En la (Figura 11), se mide el tamaño de la zona de inhibiciones una medida del efecto inhibitorio (Albujar, 2015).

## Figura 10

*Medios de cultivo sensidiscos y fragmentos de tejidos*

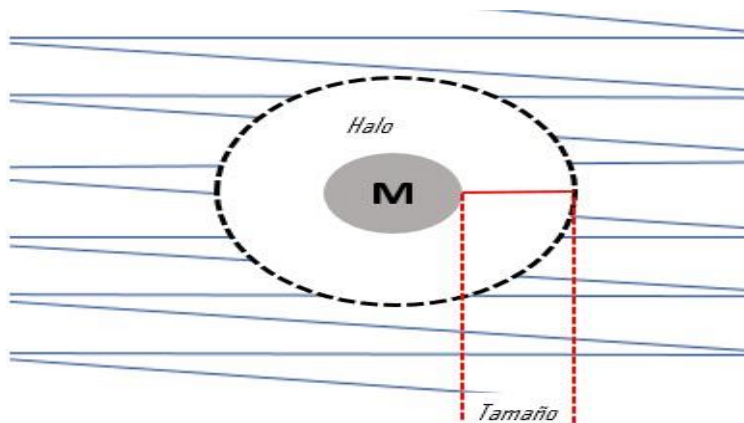


*Nota:* Medios de cultivo que contienen sensidiscos y trozos de tejido, musculo(M), riñón (R), tetraciclina (TE), y trimetoprim sulfametoxazol (SXT)

Fuente: Albuja (2015).

## Figura 11

*Determinación del tamaño halo de inhibición que se forma*



*Nota:* Determinación de halo de inhibición formado alrededor del trozo del musculo

Fuente: Albuja (2015).



## 2.6. CODEX ALIMENTARIUS

El Codex Alimentarius es un conjunto de reglamentos, normas de prácticas, a nivel mundial vinculadas con los alimentos, su fabricación y seguridad. El Codex Alimentarius Austriacus (CAC) es la fuente de su nombre. En 1961, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud se unieron para formar la Comisión del Codex Alimentarius, respectivamente es responsable de crear y mantener estos textos. Según estos reglamentos los métodos pueden clasificarse en tres tipos, en función de la información y los detalles proporcionados sobre la cantidad y la naturaleza del analito de interés (Calle, 2020).

- **TIPO I:** Estos métodos cuantifican el volumen de un analito y lo identifican positivamente, lo que los convierte en los más confiables. La combinación de una técnica cromatográfica y una técnica de espectrometría de masas (Calle, 2020).
- **TIPO II:** Estos métodos pueden determinar la concentración de un analito, pero no permiten una identificación inequívoca de su estructura (Calle, 2020).
- **TIPO III:** Estos métodos ofrecen datos que son menos definitivos pero útiles, determinan si hay o no un analito. Esta categoría incluye una variedad de procedimientos microbiológicos, como el método de las tres placas y el método de las cuatro placas (Calle, 2020).

La normativa del Codex, se deciden generalmente por consenso, se basan en la información científica y técnica más avanzados. El Codex es un foro global que reúne a organizaciones de consumidores e industriales, autoridades gubernamentales, científicos y expertos técnicos de todo el mundo. El trabajo incluido en el Codex se encuentra dentro de las 60 contribuciones de las Naciones Unidas para mejorar el mundo (Mamani, 2017).



El Codex Alimentarius regula el total de alimentos primarios, ya sea crudo, elaborado o semielaborado, que están designados a ser vendidos a los consumidores. Incluye disposiciones sobre higiene alimentaria, aditivos alimentarios, residuos de plaguicidas y medicamentos veterinarios, contaminantes, etiquetado y presentación, métodos de análisis y muestreo, e inspección y certificación de importaciones y exportaciones (OMS, 2012).

## **2.7. LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUOS (LMR)**

La mayor concentración de residuos se conoce como Límite Máximo de Residuos (LMR), resultante del uso de medicamentos veterinarios. Esta concentración se expresa en mg/kg o g/kg de peso de producto fresco. Tiene en cuenta el tipo y la cantidad de desecho que se considera que no presenta un peligro toxicológico para la salud humana, expresado como ingesta diaria admisible (IDA). Se refiere al uso oficial recomendado, incluidos los periodos de suspensión del tratamiento aprobados (OMS, 2012). Según el informe de la Resolución Ministerial N° 0115-2016/DIA/DIGESA, el Ministerio de Salud, a través de la DIGESA en coordinación con el SENASA y SANIPES, es responsable de la actualización y ampliación de todos los aspectos relacionados con los LMR (MINSa, 2016).

Las normas del Codex Alimentarius determinarán los límites máximos de desperdicio (LMR) para medicamentos veterinarios. En ausencia de tales directrices, se hará referencia a las normativas establecidas por la Unión Europea en Estados Unidos (MINSa, 2016).

## **2.8. FACTORES PREDISPONENTES DEL AGUA DEL HABITAD DEL PEJERREY**

Los ecosistemas acuáticos están cada vez más contaminados y los antibióticos

suministrados a peces de agua dulce conlleva un proceso en su metabolismo, como se acumulan, distribuyen y eliminan estos antimicrobianos, alteraciones de los factores ambientales y la exposición en el agua es muy importante ya que producen efectos secundarios en la fisiología, en su plasma, cerebro y hígado de los peces (Ziarrusta et al., 2017).

**Tabla 6**

*Valores promedio de los parámetros del agua evaluados en la bahía interior de Puno en los diferentes lugares de muestreo. Prom.: promedio; Máx.: máximo; Mín.: mínimo; D.E.: desviación estándar. Tran: Transparencia; Oxíg: Oxígeno Disuelto; Cond:*

*Conductividad*

Estación de Muestreo	Tran (m)	T (°C)	pH	Oxíg	Cond (uS/cm)	Alca (mg/L)	Dureza (mg/L)	PO4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	E. coli (UFC/100ml)
1	1.05 2872.22	14.6	9.23	4.56	1680.8	163	304	1.02	0.15	0.08	
2	1.11 1916.67	15	9.37	4.61	1663.4	144	314	1.04	0.15	0.08	
3	1.34	15.1	9.3	5.58	1685.8	157	308	1.18	0.11	0.07	
4	1.33 172.22	15.6	9.39	5.34	1652.4	175	294	1.18	0.15	0.07	
5	1.59 5.56	15.7	9.4	6.19	1668.8	147	284	1.13	0.17	0.07	
6	1.66 27.78	15.2	9.52	6.82	1670.8	152	280	1.18	0.14	0.09	
7	1.5 5.56	15.6	9.39	7.82	1674.0	155	292	1.16	0.09	0.06	
8	1.71 5.56	15.7	9.51	7.04	1662.6	160	298	1.04	0.1	0.05	
9	1.25 0	15.3	9.5	7.19	1667.2	151	290	1.04	0.09	0.04	
10	1.52	16.2	9.53	7.53	1665.8	147	314	0.67	0.04	0.13	
11	1.57 5.56	16.7	9.48	8.38	1651.6	157	308	0.79	0.13	0.06	
12	1.51 16.67	17.4	9.53	8.4	1660.2	143	320	0.84	0.18	0.07	
Prom.	1.43 502.78	15.68	9.43	6.62	1666.95	154.25	300.5	1.02	0.12	0.07	
Máx.	1.71 2872.22	17.4	9.53	8.4	1685.8	175	320	1.18	0.18	0.13	
Mín.	1.05	14.6	9.23	4.56	1651.6	143	280	0.67	0.04	0.04	

*Nota:* Valores de parámetros fisicoquímicos de agua del lago Titicaca - Puno

Fuente: Farfán et al., (2015)

El conjunto de parámetros presentes en el agua es crucial porque cada uno de ellos tiene un impacto en los procesos bióticos y abióticos que ocurren dentro de estos sistemas, lo que





permite a los peces realizar procesos biotrasformativos como la alimentación, la digestión, el crecimiento y la reproducción, así como la autodepuración de los mismos sistemas, el pH es un parámetro importante, ya que sus variaciones extremas pueden causar mortalidades en los peces, los valores de pH del agua está entre 7,5 y 8,5 y coinciden con su sangre y hemolinfa, los peces cultivados presentan mejores resultados de producción y salud (Trejo et al., 2021).

#### - **Temperatura del agua**

La mayoría de los procesos biológicos que ocurren en los ecosistemas acuáticos están influenciados por la temperatura, esto afecta la solubilidad de los gases, el ciclo natural de las estaciones provoca variaciones en la temperatura del agua (Fernandez, 2012).

Los peces cuentan con sistemas inmunitarios que pueden elaborar reacciones humorales y celulares, tanto generales como específicas, son especies poiquilothermas, sus defensas son fundamentales y eficaces contra diversos tipos de patógenos, la producción de proteínas complementarias, lisozima e inmunoglobulinas pueden ser afectadas por cambios en la temperatura del agua, ya que las respuestas inmunes son habitualmente dependientes de la temperatura, pueden manejar ciertos rangos de temperatura, pero su temperatura ideal para los peces permite su crecimiento, reproducción y desarrollo correcto de su fisiología ( Toledo, 2018).

#### - **pH del agua**

El Lago Titicaca y sus afluentes, el pH del agua contiene información física y química donde el pH se correlaciona con la temperatura y otros parámetros fisicoquímicos del agua dulce de la bahía interior (Siguayro & Franco, 2022).

Uno de los elementos ambientales que impactan la supervivencia en el cultivo de



peces es el pH, los valores que se alejan del neutro, por ejemplo, normalmente producen cambios fisiológicos y, dependiendo del extremo del valor y del tiempo expuesto del pez, suelen generar mortandad, valores entre pH 5,0 y 5,5 pueden ser perjudiciales para la reproducción de los peces, la reproducción huevos y alevines son más sensibles al pH bajo que los peces juveniles y adultos (Barile et al., 2016).

- **Oxígeno disuelto (mg/L)**

Se establece como la cantidad de oxígeno que puede contener el agua a una temperatura determinada, dado que participa en una variedad de procesos en el medio acuático, el oxígeno disuelto es uno de los indicadores más utilizados para el medio fluvial, es consumido por los microorganismos durante los procesos de oxidación de materiales orgánicos e inorgánicos, así como durante los procesos de respiración (Fernandez, 2012).

En el cultivo de organismos acuáticos, el oxígeno disuelto es probablemente el factor de calidad del agua más importante, que influye en el metabolismo respiratorio y la excreción de amoníaco en los organismos acuáticos, la solubilidad del oxígeno, que disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua (Fernández et al., 2023).

- **Saturación de oxígeno del agua (%)**

La saturación es la cantidad de oxígeno que puede contener el agua, disminuye con el aumento de la temperatura, lo que es desfavorable para las especies del agua debido a la tasa metabólica (Farfán et al., 2015).

La respuesta que produce la homeostasis respiratoria de saturación de oxígeno en peces frente a la reducción del oxígeno ambiental, una inmediata que se desarrolla en un lapso de minutos a horas, generando ajustes a nivel fisiológico como en la frecuencia



cardíaca y tasa de ventilación y otra intermedia que se desarrolla dentro de horas a días, promoviendo una respuesta más compleja de tipo celular, específicamente ajustes en los parámetros hematológicos relacionados con la captación y distribución del oxígeno y también excreción del  $\text{CO}_2$  (Valenzuela et al., 2002).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

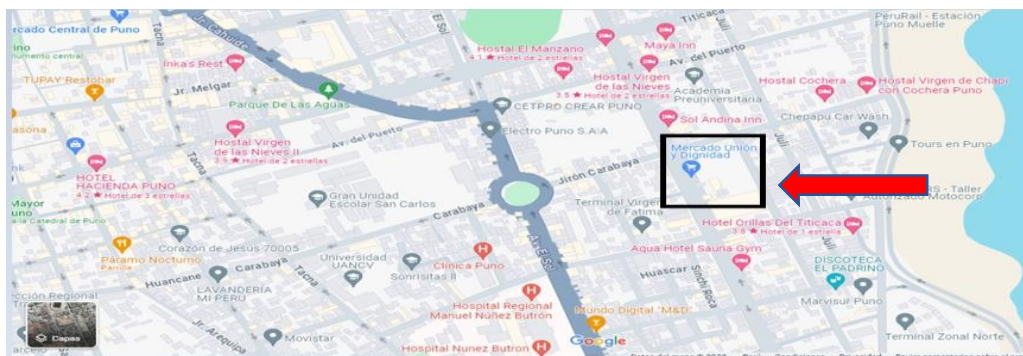
#### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio tuvo lugar en la ciudad de Puno, y la provincia de Ilave situadas en el extremo sur de Perú, que se encuentran por el este a 390513.352267857 y 431748.1083893118, el norte 8248449.102395636 y 8221777.299244 zona UTM 19, con una superficie de 71999,0 km<sup>2</sup>, que representa el 6,0% del territorio total del país (INEI, 2018). El mercado Unión Dignidad, está ubicado en las coordenadas latitud sur 15° 50' 21.8'', longitud oeste 70° 01' 13.0'' y altitud 4 047 m. s. n. m, mientras que el mercado central Ilave esta latitud sur 16° 05' 01.9", longitud oeste 69° 38' 18.2" y altitud 3862 m. s. n. m.

Las pruebas *in vitro* de detección de residuos de antibióticos se ejecutaron en el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

#### Figura 12

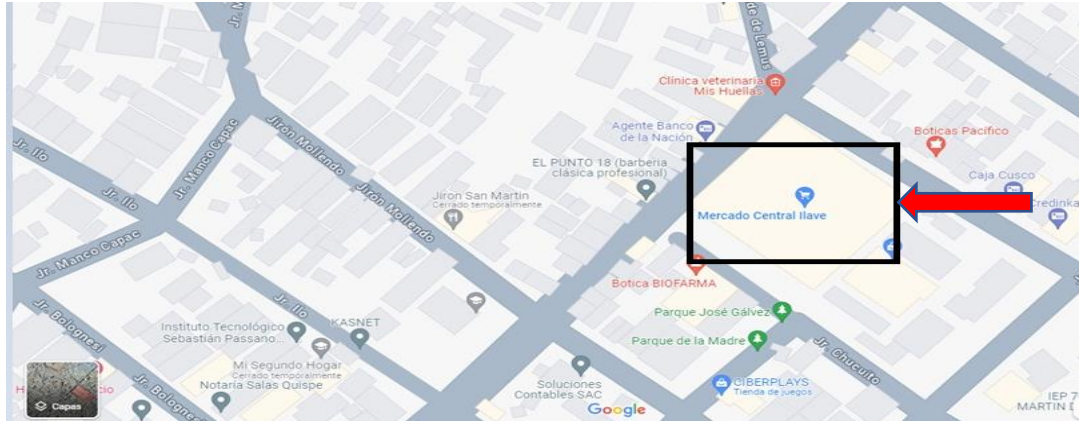
*Zonas de muestreo de la carne de pejerrey (Odontesthes bonariensis) en Puno, mercado Unión y Dignidad*



Fuente: Google Maps – 2024

### Figura 13

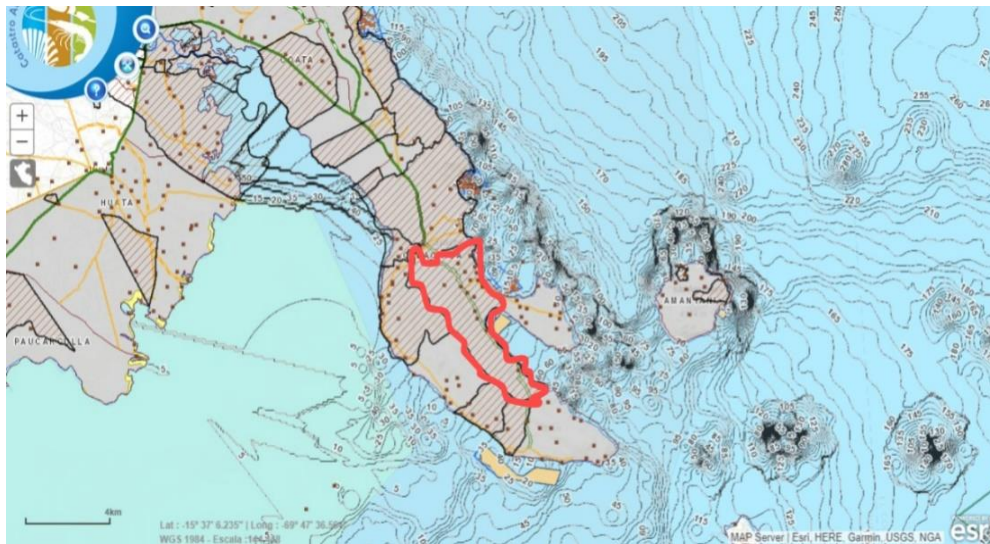
*Zonas de muestreo carne de pejerrey (Odontesthes bonariensis) en Ilave, mercado Central*



Fuente: Google Maps – 2024

### Figura 14

*Zonas de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua, habitat del pejerrey en Capachica*



Fuente: Catastro Acuícola Nacional

**Figura 15**

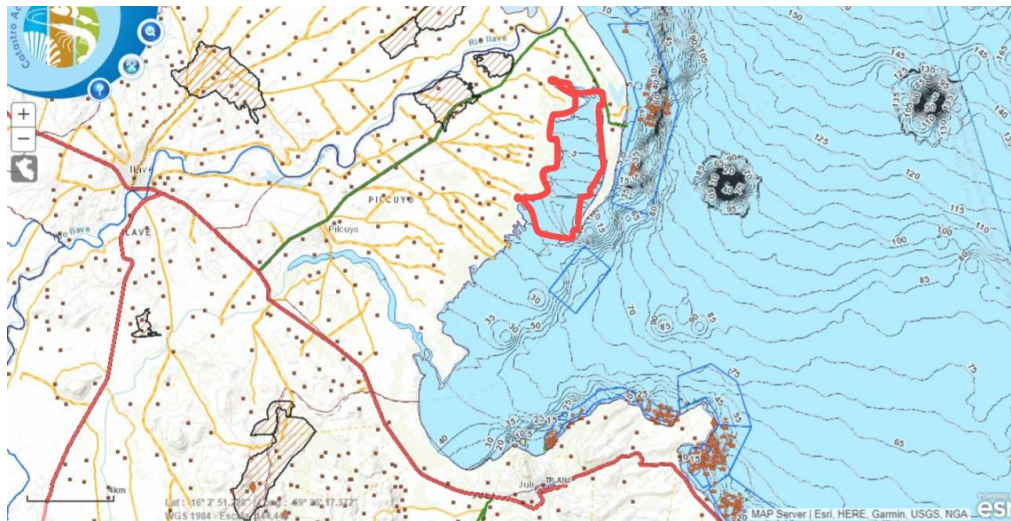
*Zonas de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua, habilidad del pejerrey en  
Chucuito- Barco*



Fuente: Catastro Acuicola Nacional

**Figura 16**

*Zonas de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua, habilidad del pejerrey en  
Cachipucara*



Fuente: Catastro Acuicola Nacional

### 3.2. POBLACION Y MUESTRA

- **Muestra**

Las unidades de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) se adquirieron de puestos de venta seleccionados aleatoriamente, realizándose 3 repeticiones de los distintos puestos, correspondiendo 9 unidades al mercado Unión y Dignidad (Puno) y 9 unidades y del mercado Central (Ilave).

**Tabla 7**

*Número de especímenes de pejerrey por muestreo en los mercados de Unión y Dignidad Puno y Central Ilave*

Mercados	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	total
Unión y Dignidad Puno	9	9	9	27
Central Ilave	9	9	9	27
Sumatoria	18	18	18	54

Fuente: Elaboración propia

- **Muestra Analítica**

Se tomo como muestra de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) el tejido muscular de la cola extrayéndolo con sacabocado del tamaño de 6 mm de diámetro en cada muestra.

- **Microorganismos (bioindicadores)**

Muestras clínicas reactivadas de *Escherichia coli* y *Salmonella typhi*.

- ***Escherichia coli***

La familia Enterobacteriaceae incluye veinte géneros, alrededor de ciento veinte especies y miles de serotipos, *Escherichia coli* está compuesta



por bacilos gram negativos no esporulados, que se mueven con flagelos peritricos, aerobio-anaerobio facultativo y se clasifica según sus antígenos, como antígeno somático (O), antígeno flagelar (H) y antígeno capsular (K), se han identificado seis grupos de cepas patógenas, que incluyen enteropatógenas (EPEC), enterotoxigénicas (ETEC), enterohemorrágicas (EHEC), enteroinvasivas (EIEC), con adherencia difusa (DAEC) y enteroagregativas (EAEC), esta bacteria tiende a tener sensibilidad a la amikacina y una resistencia a sulfametoxazol-trimetoprim, ampicilina, gentamicina, tetraciclina y cloranfenicol.(Toledo et al., 2015).

- *Salmonella typhi*.

La familia Enterobacteriaceae incluye el género de bacterias conocidas como *Salmonella typhi*, con bacilos gramnegativos, en la década de 1960, se comenzaron a reportar cepas de *Salmonella enterica* serotipo Typhi que eran resistentes a los antibióticos de primera línea para su tratamiento, como ampicilina, cloranfenicol o trimetoprim/sulfametoxazol, estas cepas se denominaron cepas clínicamente resistentes y multidrogorresistentes (MDR), prefiriendo a las fluoroquinolonas como antibióticos de elección para tratamiento (Oliva et al., 2020).

Para la medición de los Factores predisponentes (parámetros fisicoquímicos), la muestra de agua se tomó a 2 metros de profundidad, 100 ml para determinar pH en los diferentes sitios de muestreo que son Capachica, Chucuito y Cachipucara, utilizando el equipo calibrado (YSI Pro 20) y el peachimetro digital (HANNA).





### 3.3. TIPO DE ESTUDIO

La investigación fue descriptiva de corte transversal, las variables se midieron entre los meses de Junio a Setiembre del 2023, el diseño fue observacional por que se describió y analizó los halos de inhibición bacteriana producidos por los residuos de antibióticos en carne de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), así como la susceptibilidad a los antibióticos utilizados que fueron los recomendados por el INS (2002), los cuales se clasificaron como positivos y negativos a la presencia de residuos de antibióticos.

Los parámetros fisicoquímicos del agua considerados como factores predisponentes fueron, saturación de oxígeno, temperatura, oxígeno disuelto, y pH, para cada zona donde habita el pejerrey (Capachica, Chucuito y Cachipucara).

### 3.4. METODOLOGIA

#### A. Recolección de las muestras Biológicas

##### - Para Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)

Cada unidad de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), fue adquirida de los puestos de venta del mercado de Unión y Dignidad en Puno y Mercado Central en Ilave, los cuales fueron almacenadas en bolsas de polietileno herméticas de (10 x 20) y rotulada con el lugar de adquisición y procedencia. Luego fueron colocados rápidamente a un refrigerante en gel pack y luego transportándose al Laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, (el pejerrey se limpió previamente con agua destilada).



- **Para Bacterias**

Cepas bioindicadores: *Salmonella typhi* y *Escherichia coli* obtenidas según el protocolo de obtención e identificación descritas en el Manual de Procedimientos Bacteriológicos en Infecciones Intrahospitalarias - Serie de Normas Técnicas N° 28, RM. N° 178-95-SA/DM, estandarización de protocolos para identificación bacteriana (MINSA-INS, 2005). Las cepas clínicas se solicitaron al Hospital Manuel Núñez Butrón 1 -2 de Puno.

**B. Reactivación de microorganismos *Escherichia coli* y *Salmonella typhi***

- **Método:** Método de difusión del disco en agar prueba de Kirby-Bauer (García et al., 2000).
- **Fundamento:** Antibiograma disco-placa basado en el trabajo de Bauer, Kirby y colaboradores es uno de los métodos que el Comité Nacional de Normas de Laboratorio Clínico (NCCLS), recomienda para la determinación de la sensibilidad bacteriana a los antimicrobianos (García et al., 2000).
- **Procedimiento:** La obtención de *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*, fueron cepas clínicas el cual se reactivó en caldo nutritivo a 37°C, se conservó en refrigerador y para trabajar se colocó a temperatura ambiente y se homogenizaron (Área de trabajo), se realizó una suspensión la cual se ajustó a la escala 0,5 de Mc Farland y fue inoculada en los diferentes agares, próximo al mechero bunsen, se inoculó *Salmonella typhi* y *Escherichia coli* con hisopo estéril, en cada placa Petri con Agar SS, Agar Mc Conkey y Agar Nutritivo (Espitia, 2016).



Se pesó 13.44 gramos de Agar Nutritivo (HIMEDIA<sup>®</sup>), en 480 mililitros de agua destilada, para Agar Mac Conkey 24 gramos (Granu Cult<sup>®</sup>) y 28.8 gramos para Agar SS (Granu Cult<sup>®</sup>), para cada matraz. Se calentó y agitó suavemente el matraz hasta disolver completamente el agar. Luego se dejó enfriar a una temperatura de 45 – 50 °C, este proceso se repitió con los tres matraces, posteriormente se selló cada frasco y se llevó a la autoclave para ser esterilizado a 121 °C por 15 minutos a 15 libras de presión. En las placas con los medios de cultivo enfriado por 24 horas se procedió a replicar cada bacteria bioindicadora, se incubó a 37°C por 24 hasta la formación de colonias.

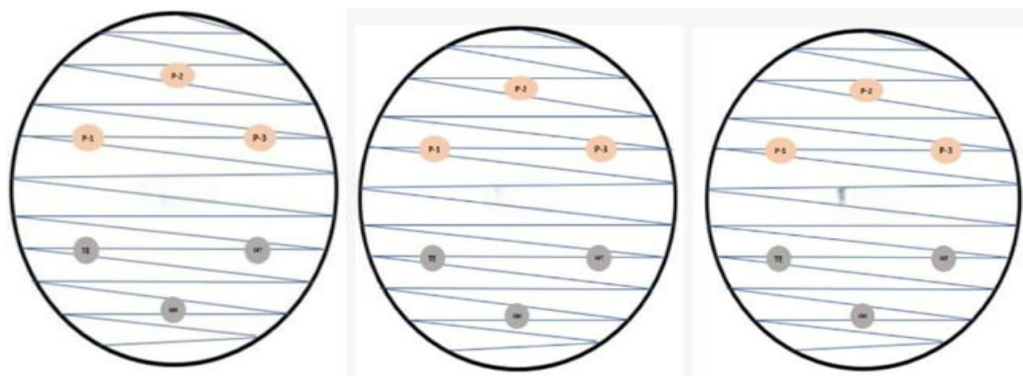
#### **3.4.1. Determinación de residuos de antibióticos en *Odontesthes bonariensis* expendidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno**

- **Método:** inhibición en placa (Espitia, 2016).
- **Fundamento:** Los discos de tejido muscular seccionados en 6mm de diámetro, contienen sustancias que pueden dispersarse en medio de cultivo para su detección mediante prueba de Kirby Bauer (Espitia, 2016).
- **Procedimiento:** Cada pejerrey se colocó en una tabla de disección para obtener tejido muscular limpio, libre de espinas, escamas y piel, con sacabocado se diseccionó un punzón de 6 mm de diámetro, se obtuvieron cilindros de tejido muscular del pejerrey, que luego se colocaron en caldo nutritivo peptona al 1% marca (MERCK<sup>®</sup>), en cada tubo de ensayo con las muestras de tejido muscular.

Posteriormente se tomaron las muestras de discos de tejido muscular de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) y los discos comerciales que contenían a los antibióticos Oxitetraciclina de 30ug. marca LyD Insumed<sup>®</sup>, Sulfametoxazol de 25 ug. marca LyD Insumed<sup>®</sup>, Norfloxacinó 10ug. marca LyD Insumed<sup>®</sup>, Ciprofloxacino de 5ug. marca LyD Insumed<sup>®</sup> y Gentamicina de 10 ug. marca LyD Insumed<sup>®</sup>, con la ayuda de una pinza estéril se procedió a posicionar en las placas petri siguiendo la dirección de las manecillas del reloj a un centímetro del borde, se intercalaron las muestras de discos de tejido muscular según la procedencia Mercado: Central (Ilave) Unión y Dignidad (Puno), para un total de 3 muestras diferentes en cada placa Petri. Una vez sembrados las muestras, se posiciono los sensidiscos comerciales que contienen los antimicrobianos, el cual se usó como testigo para determinar la presencia de residuos de antibióticos.

### Figura 17

*Disposición de discos de muestras y antibióticos control para la detección residuos de antibióticos en tejido muscular de pejerrey*



Fuente: Albuja (2015).

Se determinó mediante el tamaño del halo de inhibición del crecimiento de bacterias indicadoras (*Salmonella typhi* y *Escherichia coli*), causado por la presencia de antibióticos en los discos de tejido muscular de pejerrey (*Odontesthes*



*bonariensis*) utilizando una regla milimétrica, midiendo desde el borde del tejido y el inicio del crecimiento bacteriano.

Para la comparación de susceptibilidad, se evaluaron los sensidiscos comerciales que determinaron la presencia de antibióticos en los trozos de tejido muscular posteriormente los resultados fueron registrados en tablas de Excel, las medidas de los halos de inhibición de resultados considerados según la metodología mayor a 2 mm positivo y resultados negativos menores a 2 mm (Espitia, 2016).

### **Variables a analizar**

- **Variable independiente:** Muestras de tejido muscular de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) procedentes de los dos mercados de la ciudad de Puno y Ilave.
- **Variable dependiente:** Presencia de residuos de antibióticos.

Los resultados se recopilaron entre 24 y 48 horas después del cultivo de cepas y la colocación de discos de tejido muscular y controles (discos de antibióticos), mediante la observación y medición de los halos de inhibición.

### **3.4.2. Factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos en (*Odontesthes bonariensis*) pejerreyes expendidos en los mercados de la ciudad de Ilave y Puno**

#### **A. Oxígeno disuelto del agua mg/L**

- **Método:** Electrodo de membrana utilizando sonda óptica YSI ProOBOD (Perez et al., 2021).



- **Fundamento:** La concentración de oxígeno disuelto es un indicador crucial de la calidad del agua; aumentar su concentración reduce la mortalidad, las enfermedades y los parásitos mejoran la recepción de alimento en los peces (Raffo & Ruiz, 2014).
- **Procedimiento:** El oxígeno disuelto fue medido en zonas de recolección y procedencia del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), Chucuito, Capachica y Cachipucara, en tres fechas distintas utilizando el equipo Oxímetro con electrodo de membrana con sonda óptica (YSI ProOBOD) para medir oxígeno disuelto mg/L(OD), cada muestreo se realizó desde las 7:00 am hasta las 16:00 pm.

#### **B. Saturación de oxígeno del agua (%)**

- **Método:** Electrodo de membrana utilizando sonda óptica YSI ProOBOD (Perez et al., 2021).
- **Fundamento:** La alteración del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el agua es crucial, porque puede matar directamente a los animales acuáticos, ya que una baja concentración de oxígeno disuelto estresa a los animales acuáticos, lo que provoca falta de apetito, un crecimiento lento y una mayor susceptibilidad a las enfermedades (Raffo & Ruiz, 2014).
- **Procedimiento:** La saturación de oxígeno del agua fue medido en zonas de recolección y procedencia del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), Chucuito, Capachica y Cachipucara, en tres fechas distintas utilizando el oxímetro con electrodo de membrana de sonda



óptica (YSI ProOBOD) para medir porcentaje de saturación de oxígeno (PSO) %, en la que cada muestreo se realizó por horas desde las 7:00 am hasta las 16:00 pm.

### C. Temperatura del agua

- **Método:** Electrodo de membrana utilizando sonda óptica YSI ProOBOD (Perez et al., 2021)
- **Fundamento:** La solubilidad del oxígeno disuelto disminuye a medida que la temperatura del agua aumenta, ya que un ambiente acuático es crucial para los peces porque son poiquilotermos y su fisiología depende de ella (Toledo, 2018).
- **Procedimiento:** La temperatura fue medida en zonas de recolección y procedencia del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), Chucuito, Capachica y Cachipucara, en tres fechas distintas utilizando el equipo Oxímetro con electrodo de membrana con sonda óptica (YSI ProOBOD) cada muestreo se realizó por horas, desde las 7:00 am hasta las 16:00 pm.

### D. pH del agua

- **Método:** Electrodo multiparamétrico de pH para agua (Hanna) (Perez et al., 2021).
- **Fundamento:** La medida electrométrica del pH se basa en el registro potenciométrico de la actividad de los iones hidrógeno utilizando un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, un pH equilibrado es fundamental para mantener una vida acuática



sana. Los peces y otros organismos requieren agua de alta calidad con una cantidad adecuada de oxígeno disuelto y sus nutrientes. Un pH alto o bajo puede alterar el equilibrio de los químicos del agua y atraer contaminantes, lo que puede provocar condiciones tóxicas y la disminución de la población de peces (Fonturbel, 2005).

- **Procedimiento:** El pH fue medido en los sitios de recolección y procedencia del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), Chucuito, Capachica y Cachipucara, en tres fechas distintas utilizando un medidor multiparamétrico Hanna Instruments, para lo cual cada muestreo se realizó por horas, de 7:00 am hasta las 16:00 pm.

Los datos que se tomaron en los, muestreos fueron anotados en una ficha de recolección y también se realizó 18 encuestas en el sitio de expendio del pejerrey en los mercados Unión y Dignidad (Puno) y mercado Central (Ilave), considerando el hábitat y procedencia.

### 3.5. ANALISIS ESTADISTICO

Para analizar los datos, se empleó chi cuadrado de homogeneidad, mientras que los factores predisponentes (oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, temperatura y pH), fueron analizados previa verificación de supuestos (normalidad y homocedasticidad) mediante la prueba de T student y la U de Mann Whitney, con un nivel de significancia del 5% mediante el Programa R versión 4.4.1.





## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis* (PEJERREY) EXPENDIDOS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE ILAVE Y PUNO

De acuerdo a las respuestas de inhibición de crecimiento obtenidas para la detección de residuos de antibióticos en carne de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), expendidos en dos mercados de la ciudad de Puno e Ilave por el método microbiológico, el bioindicador *Escherichia coli*, presentó halos de inhibición frente a los discos de tejido muscular de pejerrey, siendo a su vez mayor en las muestras de Mercado Unión y Dignidad en Puno y Mercado Central Ilave.

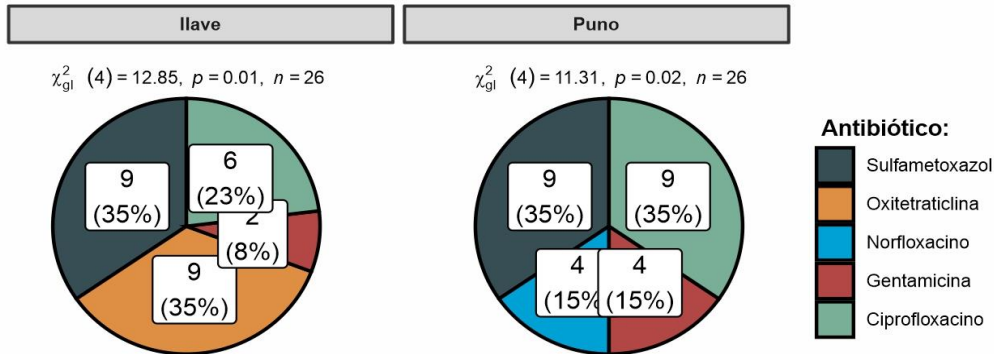
**Figura 18**

*Susceptibilidad antimicrobiana de Escherichia coli utilizada en la determinación de presencia de antibióticos en músculo de Odontheistes bonariensis*

**Comparación de la susceptibilidad de *Escherichia coli***

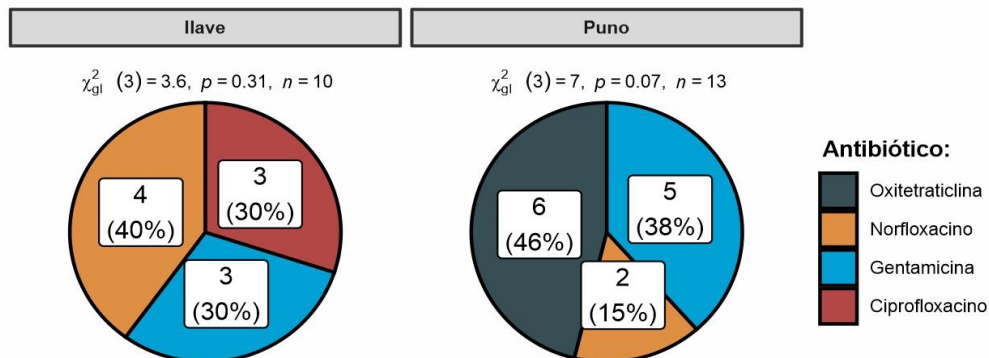
**A nivel sensible**

$\chi^2_{\text{Pearson}}(4) = 14.27, p = 6.49e-03, \hat{V}_{\text{Cramer}} = 0.45, \text{CI}_{95\%} [0.00, 0.70], n_{\text{obs}} = 52$



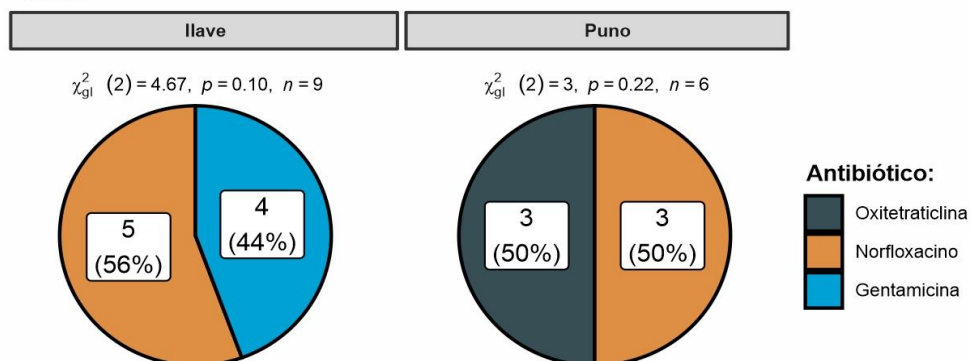
**A nivel intermedio**

$\chi^2_{\text{Pearson}}(3) = 9.94, p = 0.02, \hat{V}_{\text{Cramer}} = 0.56, \text{CI}_{95\%} [0.00, 0.97], n_{\text{obs}} = 23$



**A nivel resistente**

$\chi^2_{\text{Pearson}}(2) = 7.19, p = 0.03, \hat{V}_{\text{Cramer}} = 0.60, \text{CI}_{95\%} [0.00, 1.00], n_{\text{obs}} = 15$



Fuente: Programa R versión 4.4.1 (2024-06-14 ucrt) -- "Race for Your Life". Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86\_64-w64-mingw32/x64



En la Figura 18, se puede observar la susceptibilidad antibacteriana con una confiabilidad del 95% empleando el bioindicador *Escherichia coli* en la que se empleó 5 discos de antibióticos, encontrando susceptibilidad sensible, en las asignaciones a Ilave se observó mayor sensibilidad a sulfametoxazol (35%) y oxitetraciclina (35%), no obstante, en las asignaciones a Puno esta fue principalmente sensible a sulfametoxazol (35%) y ciprofloxacino (35%). Concerniente a la susceptibilidad a nivel intermedio, Ilave presento susceptibilidad principalmente a norfloxacino (40%) y en el caso de Puno a oxitetraciclina (46%). Y en cuanto al nivel de susceptibilidad resistente, Ilave presentaron principalmente resistencia (56%) a norfloxacino y en las de Puno el 50% correspondieron a norfloxacino.

Los residuos de antibióticos detectados en carne de pejerrey mediante el método microbiológico, es positivo a lo reportado por Albuja (2015), quien detectó residuos de antibióticos en hígado de pollo, al reportar 34.69% en 196 muestras, presentando restos de tetraciclina, sulfametoxazol y gentamicina. Sin embargo Nieto (2016), refiere que es indispensable usar antibióticos en la dieta de la acuicultura, debido a que podría reducir pérdidas con la mortalidad en peces y que estos sean pequeños, además recomienda que el periodo de retiro antes de su sacrificio es de 3 días considerando que esto varíade acuerdo al medicamento.

A diferencia de nuestros resultados, Espitia (2016) en su investigación de detección de penicilinas en músculos diafragmáticos en carne de bovino que utilizó como bioindicador *Bacillus subtilis* obtuvo 10 muestras positivas; por otra parte, Albuja (2015), detectó residuos de antibióticos en muestras de hígados de pollo.

Sin embargo, Bisso(2018) señaló que el uso racional es el mejor método para combatir la aparición de microorganismos resistentes y que las entidades reguladoras

deben proteger la salud del consumidor porque los planes de crecimiento en la producción nacional en acuicultura sugieren este y otros problemas sanitarios, y las calificó sensorialmente de "regular a aceptable", indicando que los peces saludables deben cumplir con las condiciones mínimas de calidad.

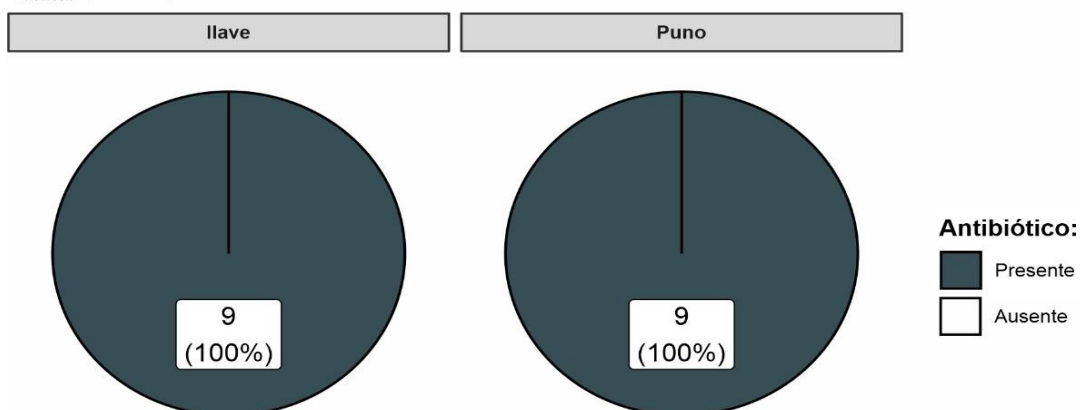
Además, esta ingesta indirecta puede provocar toxicidad en el consumidor Zavalla (2016), reportó que la comercialización de pejerrey en la ciudad de Puno está conformada por productores en proceso de formalización, y que estos utilizan intermediarios para su comercialización hasta que el producto pueda llegar al consumidor final. Este movimiento desde el productor hasta el consumidor carecería de buenas prácticas de transporte y almacenamiento, esto se debería a que los productores realizan la producción de pejerrey de manera artesanal, y que esta actividad representa un riesgo para la salud pública, esto a pesar de que existe el manual de las buenas prácticas de producción (Arenas & Moreno, 2016).

### Figura 19

*Residuos de antibiótico en músculo de *Odonthestes bonariensis* según crecimiento de *Escherichia coli**

**Residuos de antibiótico en músculo de *Odonthestes bonariensis* para *Escherichia coli***

$\chi^2_{\text{Pearson}}(3) = 18.00, p = 0.0004398$



Fuente: Programa R versión 4.4.1 (2024-06-14 ucrt) -- "Race for Your Life". Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86\_64-w64-mingw32/x64

En la Figura 19 se puede observar que empleando como bioindicador de presencia de residuos antibióticos a *Escherichia coli* se encontró que de las 9 muestras de músculo de pejerrey procedentes del mercado central de Ilave el 100% si presentaron residuos de antibiótico y 9 de las muestras de músculo procedentes del Mercado Unión y Dignidad (Puno), el 100% presentaron residuos de antibiótico, lo cual fue estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ).

La presencia de residuos de antibióticos en muestras de carne de pejerrey está respaldada por los hallazgos comunicados por Cahui(2019), en su investigación sobre la presencia de antibióticos en la superficie de las piscifactorías del lago Titicaca. En este estudio, encontraron 9 antibióticos veterinarios que superaban los niveles normales, lo que indica que los productores de pescado utilizan antibióticos indiscriminadamente. Los resultados sugieren que el pejerrey, que se vende en los mercados de la ciudad de Puno, está siendo alimentado con piensos medicados y que los antibióticos se están propagando entre las jaulas vecinas a través de los movimientos del agua (Cahui, 2019).

Huaman (2020), en su estudio de análisis de comparación de la cepa más sensible, determino que la cepa de *Escherichia coli* es sensible a dos o más antibacterianos, estos fueron analizados con antibióticos de mayor demanda comercial. Además ,Aguilar (2018) planteó que la siembra de *Escherichia coli*, es una técnica que utiliza un amplio espectro de identificación de grupos de antibióticos, respaldando nuestro resultado de que el mejor bioindicador para la detención de residuos de antibióticos en pejerrey *Odontesthes bonariensis* es *Escherichia coli*.

Una investigación reciente realizada por Acevedo et al.(2015) reveló que los antibióticos se transportan a través de diversas fuentes, como hospitales, aguas residuales y plantas de tratamiento, aguas superficiales, aguas subterráneas, agua potable y sedimentos de



peces.

Cabello (2004) realizó un estudio sobre el uso de antibióticos en la industria acuícola de Chile y descubrió que existe un uso generalizado de antibióticos en este sector. Esto supone una falta de profesionalidad por parte de los productores que cultivan salmón y está teniendo un impacto negativo en la salud de los consumidores. El hecho de que actualmente no tengamos una superpoblación extrema de jaulas en Puno no significa que no vayamos en esa dirección. La presencia de residuos de antibióticos en el 50 % de las muestras de pejerrey ha generado inquietud.

El mercado Unión y Dignidad es uno de los mercados que es abastecido en su mayor parte por productores de pescado (trucha y pejerrey) de la zona sur (Pomata – Faro, Kajje, Chucasuyo y Juli, Pilcuyo – Cachipucara) y la zona centro (Platería – Charcas, Acora - Socca, Barco, Chucuito – Cusipata, Puno – Ichu y Capachica – Taman). Según el Mincetur (2006), debido al potencial hidrobiológico con el que cuenta la zona sur y centro de Puno (Lago Titicaca).

Como es de suponerse la sobrepoblación actual de jaulas en el Lago Titicaca, no permite aprovechar al máximo los recursos hídricos, la actual condición hídrica repercute en la proliferación de bacterias, trayendo consigo bajas en la producción de peces es así que el productor implementa nuevas prácticas para una buena producción, entre ellas; utilizar los piensos medicados como profilaxis o tratamiento, y al no respetar los tiempos de retiro es que en los mercados se expenden carne de pescado con residuos de antibióticos (Fortt et al., 2017).

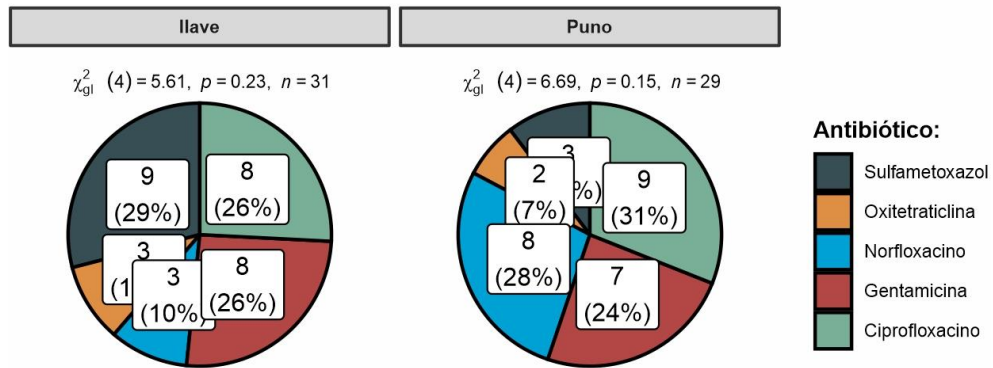
**Figura 20**

*Susceptibilidad antimicrobiana de Salmonella typhi utilizada en la determinación de presencia de antibióticos en músculo de Odonthestes bonariensis*

**Comparación de la susceptibilidad de *Salmonella typhi***

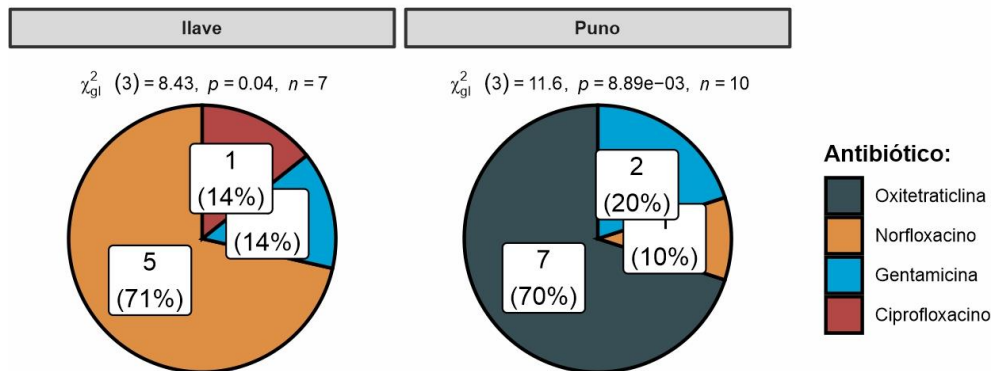
**A nivel sensible**

$\chi^2_{\text{Pearson}}(4) = 5.54, p = 0.24, \hat{V}_{\text{Cramer}} = 0.16, \text{CI}_{95\%} [0.00, 0.42], n_{\text{obs}} = 60$



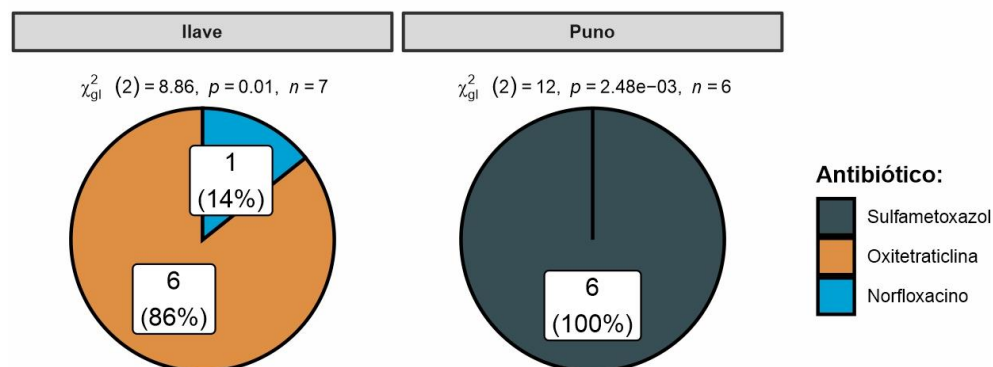
**A nivel intermedio**

$\chi^2_{\text{Pearson}}(3) = 10.81, p = 0.01, \hat{V}_{\text{Cramer}} = 0.69, \text{CI}_{95\%} [0.00, 1.00], n_{\text{obs}} = 17$



**A nivel resistente**

$\chi^2_{\text{Pearson}}(2) = 13.00, p = 1.50\text{e-}03, \hat{V}_{\text{Cramer}} = 0.95, \text{CI}_{95\%} [0.00, 1.00], n_{\text{obs}} = 13$



Fuente: Programa R version 4.4.1 (2024-06-14 ucrt) -- "Race for Your Life". Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86\_64-w64-mingw32/x64.



En la Figura 20, se puede observar la susceptibilidad antibacteriana con una confiabilidad del 95% empleando el bioindicador *Salmonella typhi* en la que se empleó 5 discos de antibióticos, encontrando susceptibilidad sensible en total, en las asignaciones a Ilave se observó mayor sensibilidad a sulfametoxazol (29%), no obstante, en las asignaciones a Puno esta fue a ciprofloxacino (31%). Concerniente a la susceptibilidad a nivel intermedio, Ilave presentaron susceptibilidad principalmente a norfloxacin (71%) y en el caso de Puno a oxitetraciclina (70%). Y en cuanto al nivel de susceptibilidad resistente, Ilave presento resistencia (86%) a oxitetraciclina y en las de Puno el 100% correspondieron a sulfametoxazol, la bacteria indicadora *Salmonella typhi* es resistente a los antibióticos utilizados.

El bioindicador *Salmonella typhi*, no es utilizado en otras investigaciones debido a que es muy difícil encontrar cepas sensibles a la mayoría de antibióticos, esta investigación empleo el bioindicador *Salmonella typhi*, debido a su importancia clínica. Sin embargo, nuestros resultados no reportan presencia de residuos de antibiótico, en concordancia a otros estudios que no lo utilizaron como bioindicador. Comparando con el de *Escherichia coli*, nos permite afirmar que este último es el mejor bioindicador para este tipo de estudios.

En los últimos años, varios estudios han demostrado un aumento de la resistencia antimicrobiana en cepas de *Salmonella spp.* aislados, esto se debe al uso extensivo de antibióticos en la medicina humana y animal, especialmente en la industria pecuaria, donde se utilizan no solo para tratar enfermedades, sino también para promover el crecimiento en dosis subterapéuticas durante largos períodos de tiempo (Quesada et al., 2016).

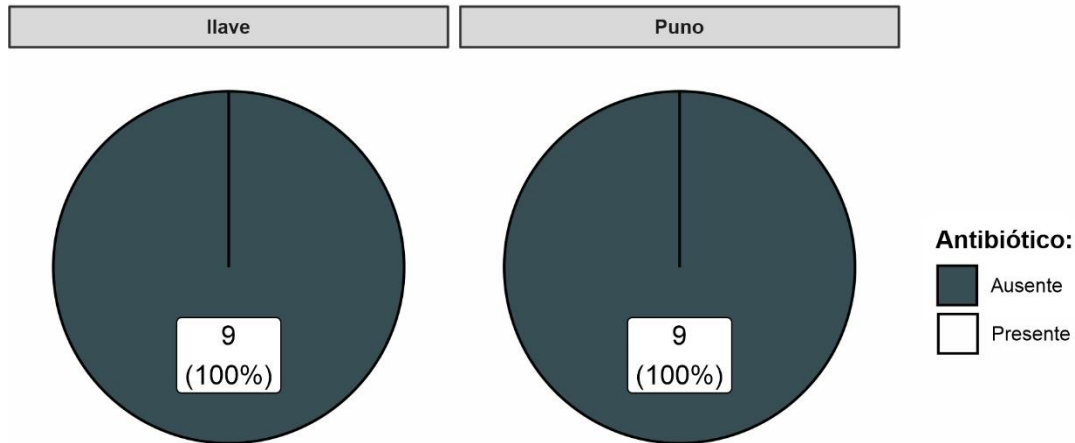


## Figura 21

*Residuos de antibiótico en músculo de *Odonthestes bonariensis* según crecimiento de *Salmonella typhi**

**Residuos de antibiótico en músculo de *Odonthestes bonariensis* para *Salmonella typhi***

$\chi^2_{\text{Pearson}}(3) = 18.00, p = 0.0004398$



Fuente: Programa R version 4.4.1 (2024-06-14 ucrt) -- "Race for Your Life". Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86\_64-w64-mingw32/x64.

Por los resultados obtenidos (figura 21) según el bioindicador *Salmonella typhi*, utilizado para la búsqueda de residuos de antibióticos en carne de pejerrey expandida en los dos mercados de la ciudad de Puno y Ilave, mediante el método microbiológico, se encontró que de las 9 muestras de músculo de pejerrey procedentes del mercado central de Ilave el 100% no presentaron residuos de antibiótico, lo mismo ocurrió para las 9 muestras procedentes del Mercado Unión y Dignidad (Puno), en la que el 100% no presentaron residuos de antibiótico.

Casana (2017), publicó que los alimentos para peces contienen altas concentraciones de antibióticos, lo que provoca resistencia a los antibióticos en los consumidores. El carácter confidencial de la fórmula antibiótica utilizada en los alimentos para peces impide evaluar su uso y sus efectos. Esta falta de información plantea un problema de salud pública. Garcia et al. (2006), explican que la práctica de la



alimentación medicada en los piensos para peces está impulsada por el deseo de obtener mayores beneficios y una mortalidad mínima de los peces, lo que se traduce en un aumento del peso en el criadero.

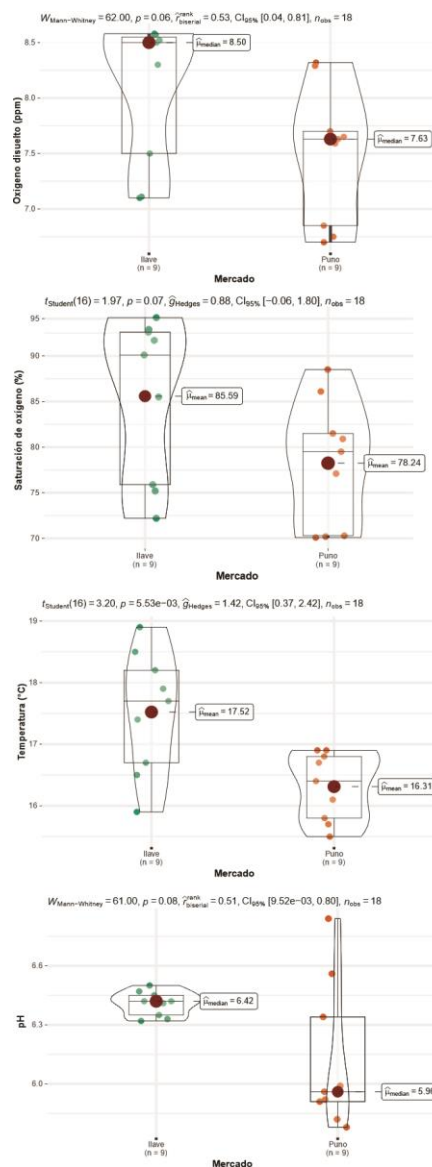
La presencia de residuos de antibióticos de origen animal en los alimentos es el resultado de alimentar a los animales con piensos medicados, afirma Huaman (2020) en su estudio de pruebas biológicas de detección de residuos de antibióticos en alimentos para consumo humano. Concluyendo que el 96,67% de las muestras analizadas dieron positivo a la presencia de residuos de antibióticos, que atribuye que los animales fueron alimentados con piensos medicados.

En la Figura 22, se puede observar que entre los 4 factores evaluados solamente la temperatura estaría predisponiendo significativamente a que estén presentes residuos de antibióticos siendo una temperatura de 17,52°C para especímenes de pejerrey expendidos en Ilave la más favorable y de 16,31 °C para los expendidos en Puno. No obstante, en cuanto al oxígeno disuelto este fue mayor (8,50 ppm) en Ilave que en Puno (7,63 ppm), asimismo concerniente a la saturación de oxígeno este fue mayor en Ilave (85,59 %) que en Puno (78,24%) y en cuanto a pH, ésta fue mayor en la zona de Ilave (6,42) con respecto a Puno (5,96). En general los valores de los parámetros ambientales resultaron ser un poco más altos en el hábitat de los especímenes de pejerrey procedentes de Ilave con respecto a Puno, probablemente a las condiciones propias de las aguas continentales que están presentes en las lagunas muestreadas.

## 4.2. FACTORES PREDISPONENTES A LA CONCENTRACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis* (PEJERREY) EXPENDIDOS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE ILAVE Y PUNO.

Figura 22

Factores predisponentes a la concentración de residuos de antibióticos en *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) expendidos en el mercado central de la ciudad de Ilave y mercado Central Unión y Dignidad de Puno



Fuente: Programa R versión 4.4.1 (2024-06-14 ucrt) -- "Race for Your Life". Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86\_64-w64-mingw32/x64



## - **Oxígeno disuelto**

Los organismos aeróbicos pueden mantener los niveles de oxígeno disuelto que requiere una especie sometida a cultivo mediante el consumo de oxígeno, que funciona como un parámetro indicador del metabolismo, variaciones de valores inadecuados pueden provocar desde una disminución del crecimiento en la supervivencia hasta un aumento de la susceptibilidad a enfermedades generalizadas y muertes en los peces (Fernández et al., 2023).

La expedición liderada por Percy Sladen y Cary Gilson llevó a cabo las primeras investigaciones hidrológicas, hidroquímicas y ecológicas en el Lago Titicaca por 1940 y 1955, siendo clasificado como oligotrófico monomítico para lo cual se realizaron mediciones de oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, fosfatos y nitritos entre otros compuestos, el pH fue de 8,5 y el oxígeno disuelto alcanzó entre 4,4 y 6,8 mg/L (Siguayro & Franco, 2022).

Capachica tiene un clima que varía de cálido a seco durante el día y frígido durante la noche debido a las brisas del lago, temperatura promedio anual es de 14°C, con dos estaciones muy distintas, invierno y verano, pH 8,42 (Arcana & Minaya, 2017). El afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Capachica cuenta con parámetros fisicoquímicos como pH 7,57, temperatura 16,50 °C, y oxígeno disuelto 11,06 mg/L (Gallegos, 2024).

## - **Temperatura**

La tasa de excreción del fármaco en los peces está influenciada por los factores ambientales, especialmente la temperatura, cada 1°C de descenso de la temperatura del agua aumenta un 10%, esto implica que la temperatura del agua supera los 10 °C, el



periodo de retiro de los antimicrobianos en acuicultura sería de 60 días. Sin embargo, si la temperatura del agua es inferior a 10°C, el período de retirada sería de 100 días (Gonzales, 2010).

Las temperaturas fuera de los rangos adecuados, causan estrés en el pez, especialmente si hay cambios bruscos de temperatura, lo que puede debilitar su sistema inmunológico y hacerlos más vulnerables a enfermedades, estos absorben oxígeno del líquido a través de las branquias, lo cual se emplea en su proceso metabólico, ya que el oxígeno disuelto está relacionado no solo con la temperatura del agua, sino que también con su calidad, estudios indican que esto puede afectar en diversas etapas del ciclo de vida de los peces, como en los tiempos de desove, eclosión de huevos, aumento de peso, entre otros (Toledo, 2018).

En Cachipucara la temperatura media del agua es de  $12,8 \pm 0,4$  °C, el pH 8,39, en cuanto a las concentraciones de oxígeno disuelto fluctuaron entre 6,54 mg/L (superficie) y 1,08 mg/L (230 m de profundidad), altos contenidos de este gas (>6,0 mg/L) se registraron hasta 50 m de profundidad, detectándose moderada variación con concentración de 1,08 mg/L a 230 m de encontrándose altos valores (6,50 mg/L) de CO<sub>2</sub> (Siguayro & Franco, 2022).

## - **pH**

El papel fundamental del pH, en las variables de la química del agua se debe a la incidencia del mismo en el desarrollo de las primeras etapas de vida del pez, esto se debe tener en cuenta al cultivar organismos acuáticos, un pH ácido es causa de la mortalidad en la crianza de peces (Barile et al., 2016).

El control de los parámetros de la calidad del agua respecto a los factores físico-



químicos que caracterizan al cuerpo de agua, varían una vez que el agua ingresa al estanque en los sitios de crianza, el suministro de alimento medicado influye en la predisposición de residuos de antibióticos en pejerrey, el manejo como: fertilización, alimentación, aireación, los rangos óptimos de calidad de agua para la especie como es el pH lo cual ayuda a disminuir los riesgos de enfermedades de los peces (Vallone, 2021).

La situación actual del tratamiento de aguas servidas en la región Puno se ha evaluado el principal problema ambiental identificado son los elevados volúmenes de agua que se descargan sin tratar parcialmente al lago Titicaca, en el Distrito de Chucuito presenta promedios de pH neutro (6,84), la temperatura 12,48 °C y oxígeno disuelto (7,8 mg/L) que ayuda a los microorganismos a descomponer la materia orgánica (Arias, 2023).

#### - **Saturación de oxígeno**

El porcentaje óptimo de oxígeno es esencial para la vida bajo el agua de los peces, el enriquecimiento del agua con oxígeno puro permite aumentar la densidad de la población (peso de los peces), lo que aumenta la producción, un suministro ideal de oxígeno es un factor clave para compensar las variaciones temporales, el consumo de alimento y el crecimiento para la piscicultura (Tautenhahn, 2015).

La mayoría de los organismos acuáticos vivos requieren una cantidad suficiente de saturación de oxígeno disuelto en el agua, esta biodisponibilidad varía según la profundidad del agua y la época del año, se observó anteriormente que durante los períodos de estratificación térmica (estaciones cálidas y frías), los estratos no se mezclan y la biodisponibilidad del oxígeno es heterogénea, ya que durante estos períodos, el déficit de oxígeno puede ser estimulado (Slimani, 2018).



## V. CONCLUSIONES

- Se detectaron residuos de antibióticos en el tejido muscular del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) de los mercados de Puno (Unión y Dignidad) e Ilave (Mercado Central) donde *Escherichia coli* fue el mejor bioindicador, las muestras mostraron mayor sensibilidad a sulfametoxazol y oxitetraciclina (35% cada uno), en Puno sulfametoxazol y ciprofloxacino (35% cada uno). Respecto a la susceptibilidad intermedia, Ilave a norfloxacino (40%), y en Puno a oxitetraciclina (46%). En cuanto a la resistencia, Ilave (56%) a norfloxacino, y en Puno, el 50% a norfloxacino; resultando estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ). Utilizando *Salmonella typhi* como bioindicador en Ilave mostro sensibilidad a sulfametoxazol (29%), en Puno a ciprofloxacino (31%). En cuanto a la susceptibilidad intermedia, Ilave a norfloxacino (71%) y Puno a oxitetraciclina (70%). Respecto a la resistencia, Ilave a oxitetraciclina (86%), y en Puno el 100% fueron resistentes a sulfametoxazol. Utilizando *Salmonella typhi* como bioindicador, no se detectaron residuos de antibióticos en muestras de músculo de pejerrey.
- Referente a los factores predisponentes evaluados del agua del hábitat del pejerrey, la temperatura mostró una relación significativa con la presencia de residuos de antibióticos, siendo en Ilave de 17,52°C y para los expendidos en Puno fue de 16.31.



## VI. RECOMENDACIONES

A los investigadores:

- Utilizar *Escherichia coli* como bioindicador en investigaciones que buscan residuos de antibióticos en diferentes tipos de carnes, y trabajar en condiciones de laboratorio óptimos.
- Investigar bacterias bioindicadores nuevas que tengan una respuesta más sensible a antibióticos para aumentar la posibilidad de detectar restos de antibióticos.
- Investigar los residuos de antibióticos en los piensos y otros alimentos procesados para animales de crianza, en el sector acuícola en la región Puno, viendo más demanda en la trucha y pejerrey y hacer un buen uso de los antibióticos suministrados a estos peces.
- Desarrollar investigaciones para detectar residuos de antibióticos en aguas y jaulas en áreas de producción de pejerrey.





## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, R., Severiche, C., & Jaimes, J. (2015). *Bacterias resistentes a antibióticos en ecosistemas acuáticos*. 10(2), 160–172.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n2/v10n2a15.pdf>
- Aguilar, F. L., Flores, M. V., Sanchez, A. R., & Zapata, M. L. (2018). Determinacion de residuos de tetraciclinas en muestras de carne bovina destinadas al consumo humano . *Revista De Agrociencias*, 20, 67–78.  
<https://www.researchgate.net/publication/332363338>
- Aguilar, J. (2018). *Residuos de antibioticos en canales de bovinos (Bos taurus) faenados en el camal municipal de la provincia de Ilave -Puno*. [Universidad Nacional del Altiplano.]. <http://repositorio.unap.edu.pe>
- Ahumada, R. . . (2016). *Degradación de antibióticos utilizados en la salmonicultura mediante el uso de hongos marinos*. [Tesis de Doctorado , Universidad de Concepcion]. <http://repositorio.udec.cl/xmlui/handle/11594/2178>
- Albujar, R. I. (2015). *Residuos de antimicrobianos en hígados de pollo comercializados en el mercado modelo de Piura ,por el metodo microbiologico de las tres placas*. [Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/>
- Anaya, E., Funes, R., Hinojosa, A. ., Gonzalez, A. F., Ortiz, J. L., Gonsalez, E., & Landaeta, M. F. (2017). Identificación de zonas propicias para el desarrollo larval de la macarela del Pacífico ( *Scomber japonicus* ) en la porción sur de la Corriente de California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52núm, 143–157.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-19572017000100012&lng=n&nrm=iso&tlng=n](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-19572017000100012&lng=n&nrm=iso&tlng=n)
- Aparicio, J., & Paredes, V. (2015). Farmacología Veterinaria I. In *Universidad Nacional Agraria Facultad De Ciencia Animal Departamento De Medicina Veterinaria* (Managua, Vol. 3, Issue 2).  
<https://repositorio.una.edu.ni/3181/1/nl70a639f.pdf>
- Arcana, V. S., & Minaya, D. Y. (2017). *Efectos economicos del desarrollo del turismo rural en los emprendimientos del centro poblado de llachon ,distrito de Capachica*



- ,provincia y region Puno ,año 2015. [Universidad Nacional de San Agustín].  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/>
- Arenas, N., & Moreno, V. (2016). Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia : Revisión sistemática. *Revisión Sistemática Infectio*, 22(2), 110–119. <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v22n2/0123-9392-inf-22-02-00110.pdf>
- Arguedas, J. A. (2005). El hígado y la cinética de los fármacos. *Rev.Farmacos*.  
<https://www.binasss.sa.cr/revistas/farmacos>
- Arias, J. (2023). *Características Físico-Químicas y Microbiológicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito-Puno 2022* [Tesis de Pregrado Universidad Privada San Carlos].  
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4523>
- Barattini, P. (2014). *Antibióticos en la Acuicultura* (Instituto).  
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/7778>
- Barile, J., Escudero, M., & Jara, L. (2016). Efecto del pH sobre la supervivencia embrionaria, periodo embrionario y de eclosión de. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(1), 181–185. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572016000100018>
- Benavente, J. E. (2013). *Evaluación del perfil farmacocinético en plasma de truchas arcoiris (Oncorhynchus mykiss) tratadas con alimento medicado con oxitretaciclina*. [Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/>
- Bisso, A. (2018). Resistencia a los antimicrobianos. *Rev.Soc Peru Med Interna*, 31(2), 50–59. <https://revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/32/31>
- Cabello, F. C. (2004). Antibióticos y acuicultura en Chile : consecuencias para la salud humana y animal. *Rev Méd Chile*, v.132 n.8, 1001–1006.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872004000800014>
- Cahui, N. (2019). *Detección y cuantificación de residuos de antibióticos de uso veterinario en muestras de sedimento en zonas productoras de trucha (Oncorhynchus mykiss) y en agua potable de la zona sur de la ciudad de Puno*. [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/>



- Calle, A. E. (2020). *Presencia de residuos de antibióticos de uso veterinario en bovinos (Bos taurus), faenados en los camales de la ciudad de Puno por el método microbiológico 2017*. [Universidad Nacional San Agustín de Arequipa].  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/>
- Casana, C. (2017). *El uso de Antibióticos en la Industria Alimentaria y su contribución al desarrollo de resistencias determinantes de la diseminación de la resistencia a la colistina*. [Universidad Complutense].  
<https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/003579cc-4b49-4c62-917d-f800f1b79450/content>
- Castell, J. (2018). *El metabolismo de fármacos, generación de metabolitos reactivos y su papel en el origen de las reacciones inmunológicas a fármacos*. (pp. 95–123).  
[https://www.uv.es/jcastell/Metabolismo\\_de\\_farmacos.pdf](https://www.uv.es/jcastell/Metabolismo_de_farmacos.pdf)
- Choque, R., Nogales, J., & Apaza, N. (2020). Estudio de las propiedades moleculares y reactivas del antibiótico Ci- profloxacina a nivel de Teoría de Funcional de Densidad DFT B3LYP/6- 31G\*. *Rev. Con-Ciencia*, 8, 21–28.  
[http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v8n2/v8n2\\_a04.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v8n2/v8n2_a04.pdf)
- Chura, R., Cubillos, L., Tam, J., Segura, M., & Villnueva, C. (2015). Relación entre el nivel del Lago y la precipitación sobre los desembarques del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) en el sector peruano del Lago Titicaca entre 1981 y 2010. *Ecología Aplicada*, Vol. 12 No, 12–28.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162013000100003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162013000100003)
- Chura, R., & Mollocondo, H. (2009). Desarrollo de la acuicultura en el Lago Titicaca (Perú). *AquaTIC*, 31, 6–19. <https://www.redalyc.org/pdf/494/49422781002.pdf>
- Churata, P. T. (2017). *"Inclusión del ensilado de vísceras de trucha en la elaboración de alimento extruido para pejerrey (Odontesthes bonariensis)"* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6787>
- CLSI. (2020). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*.  
<https://www.nih.org.pk/wp-content/uploads/2021/02/CLSI-2020.pdf>
- Domanico, A. A., & Freyre, L. R. (2008). Aspectos reproductivos de pejerrey



- patagonico (*Odontesthes hatcheri* Eigenmann, 1909) en el embalse Ezequiel Ramos Mexia (Argentina). *Revista MVZ Córdoba ISSN:*, 13, n, 1446–1455.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69311442003%0ACómo>
- Errecalde, C., Prieto, G., Urzua, N., Luders, C., & Liboa, R. (2022). *Residuos de fluoroquinolonas en animales domésticos* (UniRío Editora (ed.); 1a ed.).  
<http://www.unirioeditora.com.ar/wp-content/uploads/2022/11/Residuos-de-fluoroquinolonas-en-animales-domésticos-digital.pdf>
- Espitia, R. A. (2016). *Detección de antimicrobianos en carne de bovino por método microbiológico de inhibición en placa utilizando Bacillus subtilis BGA en dos plantas de beneficio municipal del estado de Jalisco ,Mexico*. [Universidad de los llanos Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales].  
<https://repositorio.unillanos.edu.com>
- FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*.  
<https://www.fao.org/documents/card/en?details>
- Farfán, B., Diana, F., Calli, P., Rocio, P., Terrazas, M., Edmundo, G., Cesar, G., Daniel, B., Biología, R. P. De, Nacional, U., San, M. De, Farfán, D. F. B., Calli, R. P. P., Terrazas, E. G. M., & Peralta, C. G. (2015). *NOTA CIENTÍFICA Calidad de agua de la bahía interior de Puno , lago Titicaca durante el verano del 2011 Water quality of the inner Puno Bay , Titicaca Lake , during summer 2011*.
- Fernandez, A. (2012). El agua un recurso esencial. *Rev.Quimica Viva*, 3.  
<https://www.redalyc.org/>
- Fernández, A., García, E., Cornejo, R., Narciso, K., Durand, C., Mariluz-fernández, A., Talledo, E. G., & Urbina, R. C. (2023). Consumo de Oxígeno en tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) Con relación a su peso corporal y temperatura. “*Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development*,” 5, 1–7. [https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/all-papers/Contribution\\_1481\\_a.pdf](https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/all-papers/Contribution_1481_a.pdf)
- Flores, M. D. (2014). *Crecimiento de Trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes ,muelle barco*



- Lago Titicaca-2013*. [Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/>
- Fonturbel, F. (2005). Indicadores Físicoquímicos Y Biológicos Del Proceso De Eutrofización Del Lago Titikaka ( Bolivia ). *Rev. Ecología Aplicada*, 4, 40–41.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S1726-22162005000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1726-22162005000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Fortt, A., Cabello, F., & R, B. (2017). Residuos de tetraciclina y quinolonas en peces silvestres en una zona costera donde se desarrolla la acuicultura del salmón en Chile. *Rev Chil Infecr*, 24(1), 14–18.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182007000100002>
- Gallegos, C. (2024). *Analisis de los parametros fisicoquimicos del afluente y efluente de la planta de tratamiento del aguas residuales de Capachica - Puno 2023* [Tesis de pregrado Universidad Privada San Carlos].  
<http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC>
- Garcia, E. G. (2019). *Incidencia de la pesca artesanal sobre la dinamica poblacional del pejerrey (Odontesthes regia regia) en el litoral del callao 2017-2018*. [Universidad Nacional del Callao].  
[https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5157/GARCIA TALLEDO - FIPA - 2019.pdf](https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5157/GARCIA_TALLEDO - FIPA - 2019.pdf)
- Garcia, J., Canton, R., Gomez, L., Martinez, L., Rodriguez, C., & Vila, J. (2000). Procedimientos en Microbiología Clínica. In *editor Picazo* (Vol. 4, Issue 2).  
<https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos>
- Garcia, J., Nuñez, F., Renteria, A., Jimenez, J., & Espinosa, M. (2006). Calidad de canal y carne de tres variedades de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* ( Walbaum ) . *Rev.Hidrobiologica*, 16(1), 11–22. <https://www.scielo.org.mx/>
- Giguere, S., Prescott, J., & P, D. (2013). Antimicrobial Drug Use in Aquaculture. *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine, chapter 6*, 645–661.  
<https://doi.org/10.1002/9781118675014.ch39>
- Gonzales, J. (2010). *Farmacología, terapeutica y anestesia de peces.: Vol. Vol 6:1* (Conf.Inter). <https://www.researchgate.net>



- Gonzalez, J., Maguiña, C., & Gonzales, F. (2019). La resistencia a los antibióticos : un problema muy serio. *Rev. Acta Med*, 36(2), 145–151.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v36n2/a11v36n2.pdf>
- Gracia, S., Camacho, I., Leon, L., & Chavez, M. (2006). Formas farmaceuticas y su administracion ¿cuales no deben partirse o triturarse? *Rev .Salud Publica y Nutricion*, Vol.7(2), 2–15. <https://www.medigraphic.com/pdfs/>
- Grosman, F., Sanzano, P., & Colasurdo, V. (2013). Condición , alimentación y crecimiento del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en una laguna pampeana de Argentina . *Revista AquaTIC*, N° 39, 44–54.  
<https://www.redalyc.org/pdf/494/49432347008.pdf>
- Huaman, A. I. (2020). *Prueba biologica de cribado para detectar residuos de antibioticos en leche bovina*. [Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/>
- Huanambal, C. (2020). *Residuos de antibioticos y resistencia antimicrobiana en acuicultura :antecedentes desde la literatura y percepcion de los medicos veterinarios en el Peru*. [Universidad Peruana Cayetano Heredia].  
<https://repositorio.upch.edu.pe/>
- Huaranca, F. F. (2018). *Determinacion cualitativa de residuos de antibioticos betalactamicos en leche fresca bovina, en la microcuenca del distrito de taraco Puno*. [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/>
- IICA. (2016). *Manual para garantizar la seguridad alimentaria de los productos de la Acuicultura*. (Issue 10).  
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/4130/BVE17089189e.pdf>
- INEI. (2018). Instituto Nacional de Estadistica e Informatica. In *Censos económicos*.  
[http://www.inr.pt/uploads/docs/recursos/2013/20Censos2011\\_res\\_definitivos.pdf](http://www.inr.pt/uploads/docs/recursos/2013/20Censos2011_res_definitivos.pdf)
- INFAC. (2016). *Farmacontaminación. impacto ambiental de los medicamentos.:* Vol. Vol.24 (Osakidetza). <https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/cevime>
- Korchi, G. (2018). *Farmacocinética y eficacia de oxitetraciclina tras su administración intramuscular en bovino* [Universidad Autònoma de Barcelona].



<http://ddd.uab.cat/record/37563>

Leyva, S., & Leyva, E. (2016). Fluoroquinolonas. Mecanismos de acción y resistencia, estructura, síntesis y reacciones fisicoquímicas importantes para propiedades medicinales. *Acta Amazonica*, 46(1), 47–60. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201500993>

Mamani, Z. (2017). *Calidad organoleptica y bacteriologica de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) expendidos en la feria sabatina del mercado Union y Dignidad de Puno -2015*. [Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe>

Mancini, M., Nicola, I., Salinas, V., & Bucco, C. (2009). Biología del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinopsidae) de la laguna Los Charos (Córdoba, Argentina). *Rev. Peru. Biol.* 15(2):, 15(2)(December), 065–071.  
<https://doi.org/10.15381/rpb.v15i2.1724>

Maximixe, C. (2018). *Elaboracion del estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno*.

Mella, S., Sepúlveda, M., González, G., Bello, H., Domínguez, M., Zemelman, R., & Ramírez, C. (2004). Aminoglucósidos-aminociclitolos: Características estructurales y nuevos aspectos sobre su resistencia. *Revista Chilena de Infectología*, 21(4), 330–338. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182004000400007>

Mincetur. (2006). *Plan operativo de la trucha region Puno*. (Perx).  
<https://boletines.exportemos.pe/>

MINSA. (2016). *Ministerio de Salud*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/>

Miranda, L. L., & Muñoz, S. B. (2011). *Determinacion de residuos antibioticos en leche fresca de vaca comercializada en el distrito de Trujillo Junio 2011*. [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

Nieto, I. (2016). *Farmacocinetica y deplecion de de residuos de tilosina en truchas (Oncorhynchus Mykiss)*. Universidad Complutense de Madrid.

OAEPS. (2012). *Asistencia tecnica dirigida en control sanitario en la crianza de*



- truchas*. (Unalm). <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads>
- Oliva, J., Villatoro, E., Torees, L., & Grande, M. (2020). Susceptibilidad a la ciprofloxacina en *Salmonella enterica* serotipo Typhi , no multidrogorresistente , 2017 a 2020. *Rev,Alerta*, 170–175. <https://doi.org/10.5377/alerta.v4i3.10637>
- OMS. (2012). Comision del codex alimentarius. *Viale Delle Terme Di Caracalla*, 1–5. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>
- OPS. (2021). *La resistencia a los antimicrobianos ,acelerarda por la pandemia de covid-19*. (Síntesis d). [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55928/OPSCDEAMRCOVID19220006\\_spa.pdf](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55928/OPSCDEAMRCOVID19220006_spa.pdf)
- Orna, E. (2010). *Manual de alimento nalanceado para truchas*. (aecid). <https://www2.produce.gob.pe/>
- Ortega, S. (2021). *Análisis del efecto generado en soltrim (trimetoprima/sulfametoxazol) en solución acuosa, tras su exposición a un plasma de aire* [Tesis de Pregrado Universidad Autonoma del Estado Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3382/AEOSRN02.pdf>
- Paredes, F. (2018). *Determinacion de residuos de antibioticos por el metodo microbiologico en canales de bovinos faenados en el camal particular de azoguine de la ciudad de Puno-2018*. [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/>
- Pediamecum, C. (2020). Comite de medicamentos. *Rev.Pediamecum*, 1–5. <https://www.aeped.es/pediamecum/generatepdf/>
- Pediamecum, N. (2020). comite de medicamentos. *Rev.Pediamecum*, 1–3. <https://www.aeped.es/pediamecum/generatepdf>
- Perez, G., Alvarado, V., Rodruiguez, J., Herrera, F., & Sanchez, R. (2021). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Grande de Tárcoles , Costa Rica : un enfoque ecológico. *Cuadernos de Inv.Uned*, 13. <https://doi.org/DOI>: <https://doi.org/10.22458/urj.v13i1.3148>
- Perez, R., Romeu, B., Lastre, M., Morales, Y., Cabrera, O., Reyes, L., Gonzales, E.,





- Sifontes, S., & Perez, O. (2014). Inmunopotenciadores para la acuicultura. *Rev.Vaccimonitor, VOL.23(1)*, 24–31.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203430492005>
- Ponce, S., Arredondo, R., & Lopez, Y. (2015). *La resistencia a los antibióticos : Un grave problema global*. 681–689. <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2015/gm155r.pdf>
- Quesada, A., Reginatto, G., Ruiz, A., Colantonio, L., & Burrone, M. (2016). Resistencia antimicrobiana de Salmonella spp aislada de alimentos de origen animal para consumo humano. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 33(1), 32–44. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.331.1899>
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Rev.Investigacion Industria Data*, 106(22), 71–80.  
<https://doi.org/10.1021/ja00334a047>
- Rocha, C., Reynolds, N. D., & Simons, M. P. (2015). Resistencia emergente a los antibióticos: Una amenaza global y un problema crítico en el cuidado de la salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(1), 139–145.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v32n1/a20v32n1.pdf>
- Romani, M. F. (2021). Analisis de la calidad y su aplicacion en el proceso productivo en las empresas de actividades de trucha de la region Puno. *Rev de Investigaciones*, Vol. 10 No(051), 42–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.26788/riepg.v10i1.2341>
- Ruiz, I., Muzquiz, J. L., Ortega, C., Abadia, R., Muñoz, J., & Garces, A. (2012). *Repercusion de la legislacion comunitaria sobre de acuicultura española*.  
[https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros//repercusion\\_lc.pdf](https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros//repercusion_lc.pdf)
- Salas, P., Ccalle, S., Falcon, N., Pinto, C., & Espinoza, J. (2016). Determinacion de Residuos de Antibioticos Betalactamicos mediante un ensayo inmunoenzimatico en leche de vacas tratadas contra mastitis. *Rev Inv Vet Perú*, 24(2), 252–255.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172013000200017](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000200017)
- Salazar, D., Holguin, J. P., Estrella, I. A., & Lomas, G. (2019). Mejoramiento de la



- calidad en la carne de la trucha arcoíris mediante la técnica de sacrificio Ikejime : caso Ecuador. *Ergo-Sum*, 26(1), 1–14.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a10>
- Siguayro, H., & Franco, Y. (2022). Aspectos físicoquímicos del lago Titicaca (July 2019). *Inf Inst Mar Perú*, 49(4), 538–551. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/>
- Slimani, S. (2018). *Estudio pluridisciplinario del lago Titicaca (Bolivia – Perú)*.  
<https://borea.mnhn.fr/sites/default/files>
- Tautenhahn, A. (2015). Niveles fiables de oxígeno en piscifactorías con LDO. *Rev. . Arteaga Centrum*, 1. <https://borea.mnhn.fr/sites/default/files>
- Ticona, E. (2017). *Validacion de una prueba biologica para detectar residuos de antibioticos en queso tipo paria*. [Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/>
- Toledo, C. (2018). *Influencia de la Temperatura del agua en los peces ,revisión bibliografica* (Vol. 1, Issue April) [tesis de pregrado Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fvt649i/doc/fvt649i.pdf>
- Toledo, E., Falcon, N., Flores, C., Rebatta, M., Guevara, J., & Ramos, D. (2015). Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de Escherichia coli obtenidas de muestras de heces de cerdos destinados a Consumo Humano. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 3(2), 35–40. <https://revistas.upch.edu.pe/>
- Trejo, R., Flores, K. L., Trujillo, P., Granados, J., Gomez, J., & Delgado, L. (2021). Calidad del agua en estanques de cultivo de peces mediante algunos parámetros físicos y químicos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v.4, 5490–5509. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n4-049>
- Valenzuela, A., Alveal, K., & Tarifeño, E. (2002). Respuestas Hematológicas De Truchas (*Oncorhynchus Mykiss* Walbaum 1792) a Estres Hipoxico Agudo: Serie Roja. *Gayana (Concepción)*, 66(2). <https://doi.org/10.4067/s0717-65382002000200024>
- Vallone, E. R. (2021). *Cultivo del pacu aspectos generales y estado de la tecnología*.  
<https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/Informes/>



- Varela, A., & Alfaro, R. (2018). Revisión sobre aspectos farmacológicos a considerar para el uso de antibióticos en la camaronicultura. *Rev Inv Vet Perú*, 29(1), 1–14.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14186>
- Zavalla, J. (2016). *Estudio de la comercialización de la trucha en la ciudad de Puno*. [Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16733>
- Ziarrusta, H., Mijangos, L., Izagirre, V., Plassmann, M., Benskin, J., Anakabe, E., Olivares, M., & Zuloaga, O. (2017). Bioconcentración y biotransformación de amitriptilina en dorada. *Environmental Science and Technology*, 51(4), 2019.  
<https://doi.org/DOI: 10.1021/acs.est.6b05831>
- Zuñiga, I., & Caro, J. (2022). Farmacos en alimentos :un riesgo potencial para resistencias permanentes . *Rev Latin Pediatr*, 35(1), 9–11.  
<https://doi.org/10.35366/104659>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Límites máximos de residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en alimentos

PRINCIPIO ACTIVO	RESIDUO MARCADOR	ESPECIE ANIMAL	MATRIZ	LMR (µg/Kg)	I. ANTIBIÓTICOS					
<b>a. AMINOGLUCOSIDOS</b>										
SPECTINOMYCIN	SPECTINOMYCIN	Peces	Musculo / Piel	300						
PAROMOMYCIN	PAROMOMYCIN	Peces	Musculo / Piel	500						
<b>b. BETALACTÁMICOS</b>										
AMOXICILLIN	AMOXICILLIN	Todas las especies productoras de alimentos	Musculo	50						
			Grasa	50						
			Hígado	50						
			Riñón	50						
			Leche (/L)	4						
		Peces	Musculo / Piel	50						
			Musculo	50						
				alimentos	Riñón	50				
					Leche (/L)	4				
				Peces	Musculo / Piel	50				
BENZYL PENICILLIN / PROCAINE	BENZYL PENICILLIN / PROCAINE	Peces	Musculo / Piel	50						
BENZYL PENICILLIN	BENZYL PENICILLIN									
CLOXACILIN	CLOXACILIN	Peces	Musculo / Piel	300						
DICLOXACILIN	DICLOXACILIN	Peces	Musculo / Piel	300						
<b>c. QUINOLONAS</b>										
OXOLINIC ACID	OXOLINIC ACID	Peces	Musculo / Piel	100						
FLUMEQUINE	FLUMEQUINE	Peces / Trucha	Musculo / Piel	500						
DIFLOXACIN	DIFLOXACIN	Peces	Musculo / Piel	300						
SARAFLOXACIN	SARAFLOXACIN	Peces / Salmónidos	Musculo / Piel	30						
<b>d. FENICÓLES</b>										
THIAMPHENICOL	THIAMPHENICOL	Peces	Musculo / Piel	50						
FLORFENICOL	Suma de Florfenicol y de sus metabolitos medidos en Florfenicolamina	Peces	Musculo / Piel	1000						
<b>e. LINCOSAMIDAS</b>										
LINCOMYCIN	LINCOMYCIN	Peces	Musculo / Piel	100						
<b>f. MACROLÍDOS</b>										
TYLOSIN	TYLOSIN A	Peces	Musculo / Piel	100						
TILMICOSIN	TILMICOSIN	Peces	Musculo / Piel	50						



**g. SULFONAMIDAS**

las sustancias que  
pertenecen al grupo de las  
sulfonamidas)

SULFONAMIDES

Peces

Musculo / Piel

100

**h. TETRACICLINAS**

OXYTETRACYCLINE

OXYTETRACYCLINE

Peces y Crustáceos

Musculo

200

**i. DIAMINOPIRIDINAS**

TRIMETHOPRIM

TRIMETHOPRIM

Peces

Musculo / Piel

50

**j. POLIMIXINAS**

COLISTIN

COLISTIN

Peces

Musculo / Piel

150

Fuente: MINSA (2016).



**ANEXO 2.** Encuesta de recolección de datos, parámetros fisicoquímicos de agua del hábitat del pejerrey, determinación de factores predisponentes

<b>MUESTRAS:</b>	<b>Habitad (zonas)</b>	<b>Oxígeno disuelto</b>	<b>Saturación %</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>
Puno (Mercado Unión Dignidad)	Chucuito Capachica				
Puno (Mercado Unión Dignidad)	Chucuito Capachica				
Puno (Mercado Unión Dignidad)	Chucuito Capachica				

<b>MUESTRAS:</b>	<b>Habitad (zona)</b>	<b>Oxígeno disuelto</b>	<b>Saturación %</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>
Ilave (Mercado Central Ilave)	Cachipucara				
Ilave (Mercado Central Ilave)	Cachipucara				
Ilave (Mercado Central Ilave)	Cachipucara				

### ANEXO 3. Panel Fotográfico









A. Lugar de la toma de muestra mercado central Ilave, B. Lugar de toma de muestra Unión y Dignidad Puno, C. Reactivación de cepas caldo nutritivo, D. Ajuste escala 0,5 de Mc farland, E. Manejo de muestras, F. Tubos de ensayo con muestras de musculo de pejerrey, G. Esterilización y preparación de materiales, H. Materiales esterilizados, I. Preparación de medios de cultivo, J. Plaqueo de agares, K. Enfriamiento de placas a temperatura ambiente, L. Procedimiento de muestras, M. Bacteria clínica *Escherichia coli*, N. Bacteria clínica *Salmonella typhi*, Ñ. Procedimiento para la prueba de antibiograma, O. Halos de inhibición para la lectura de resultados del bioindicador *Escherichia coli*, P. Halos de inhibición para la lectura de resultados del bioindicador *Salmonella typhi* , Q. Equipo para medir parámetros fisicoquímicos del agua, R. Equipo Hanna para pH del agua, S. Medición de parámetros fisicoquímicos del agua en Chucuito, T. Medición de parámetros fisicoquímicos del agua en Capachica, U. Medición de parámetros fisicoquímicos del agua en Cachipucara.

Fuente: Banco de imágenes del investigador

#### ANEXO 4. Matriz de tabulación de datos

Bioindicador	Mercado	día	Oxi	oxit	cip	cipt	nor	nort	sul	sult	gen	gent	mus	must	od	sat	te	ph
<i>Escherichia coli</i>	Puno	1	18	I	32	S	28	S	17	S	16	S	9	P	6.70	70.10	15.50	5.91
	Puno	1	17	I	32	S	18	S	15	I	10	R	8	P	6.75	70.20	15.70	5.82
	Puno	1	15	I	32	S	19	S	14	I	12	R	10	P	6.85	70.30	15.80	5.92
	Puno	2	19	I	33	S	29	S	18	S	19	S	9	P	7.65	77.10	16.40	5.78
	Puno	2	18	I	34	S	29	S	16	I	10	R	8	P	8.29	86.10	16.80	5.96
	Puno	2	16	I	31	S	30	S	17	S	14	I	10	P	8.32	88.50	16.90	5.99
	Puno	3	8	R	35	S	35	S	22	S	16	S	8	P	7.59	79.50	16.10	6.56
	Puno	3	8	R	36	S	34	S	25	S	17	S	8	P	7.63	80.90	16.70	6.34
	Puno	3	7	R	36	S	34	S	23	S	13	I	10	P	7.70	81.50	16.90	6.84
	Ilave	1	13	R	33	S	24	S	11	I	13	I	8	P	7.10	72.20	15.90	6.42
	Ilave	1	12	R	30	S	20	S	16	I	13	I	6	P	7.11	75.20	16.50	6.32
	Ilave	1	14	I	29	S	19	S	14	I	11	R	8	P	7.50	75.90	16.70	6.33
	Ilave	2	17	I	35	S	30	S	14	I	14	I	8	P	8.30	85.50	17.40	6.35
	Ilave	2	18	I	33	S	31	S	17	S	15	S	6	P	8.50	90.10	17.70	6.50
	Ilave	2	17	I	32	S	33	S	16	I	10	R	8	P	8.52	92.90	17.90	6.42
	Ilave	3	7	R	32	S	33	S	28	S	17	S	6	P	8.55	92.60	18.20	6.45
Ilave	3	6	R	34	S	35	S	23	S	10	R	8	P	8.58	91.70	18.50	6.47	
Ilave	3	8	R	34	S	31	S	18	S	9	R	12	P	8.57	94.20	18.90	6.41	
<i>Salmonella typhi</i>	Puno	1	16	I	14	R	27	S	12	I	17	S	0	A	6.70	70.10	15.50	5.91
	Puno	1	15	I	16	R	25	S	17	S	16	S	0	A	6.75	70.20	15.70	5.82
	Puno	1	18	I	19	R	28	S	19	S	16	S	0	A	6.85	70.30	15.80	5.92
	Puno	2	16	I	18	R	27	S	18	S	19	S	0	A	7.65	77.10	16.40	5.78
	Puno	2	20	S	18	R	30	S	21	S	21	S	0	A	8.29	86.10	16.80	5.96
	Puno	2	16	I	18	R	25	S	17	S	17	S	0	A	8.32	88.50	16.90	5.99
	Puno	3	20	S	34	S	28	S	30	S	16	S	0	A	7.59	79.50	16.10	6.56
	Puno	3	18	I	28	S	20	S	27	S	14	I	0	A	7.63	80.90	16.70	6.34
	Puno	3	19	I	29	S	25	S	30	S	16	S	0	A	7.70	81.50	16.90	6.84
	Ilave	1	16	I	16	R	24	S	14	I	15	S	0	A	7.10	72.20	15.90	6.42
	Ilave	1	17	I	14	R	26	S	19	S	13	I	0	A	7.11	75.20	16.50	6.32
	Ilave	1	13	R	15	R	25	S	15	I	16	S	0	A	7.50	75.90	16.70	6.33
	Ilave	2	18	I	19	R	29	S	17	S	18	S	0	A	8.30	85.50	17.40	6.35
	Ilave	2	17	I	19	R	24	S	17	S	18	S	0	A	8.50	90.10	17.70	6.50
	Ilave	2	17	I	19	R	24	S	18	S	17	S	0	A	8.52	92.90	17.90	6.42
	Ilave	3	20	S	30	S	20	S	28	S	19	S	0	A	8.55	92.60	18.20	6.45
Ilave	3	20	S	30	S	19	S	21	S	21	S	0	A	8.58	91.70	18.50	6.47	
Ilave	3	21	S	28	S	18	S	28	S	20	S	0	A	8.57	94.20	18.90	6.41	

Nota: Bioindicador=Microorganismo utilizado para determinar presencia de residuos de antibióticos, Mercado= Ilave (Mercado central), Puno (Mercado Unión y Dignidad), día= 1, 2,3, Oxi =Halo de oxitetraciclina (mm), oxit=Categorización de la susceptibilidad de oxitetraciclina (S,I,R), cip= Halo del ciprofloxacino (mm), cipt= Categorización de la susceptibilidad del ciprofloxacino (S,I,R), nor= Halo de norfloxacino (mm), nort= Categorización de la susceptibilidad del norfloxacino (S,I,R), sul= Halo del sulfametoxazol (S,I,R), sult=Categorización de la susceptibilidad del sulfametoxazol, gen= Halo de la gentamicina (S,I,R), gent= Categorización de la susceptibilidad de la gentamicina, mus= Halo del músculo de pejerrey (mm), must=Categorización de la presencia de residuo de antibiótico en el músculo de pejerrey, od=Oxígeno disuelto (ppm), sat=saturación de oxígeno (%), te=temperatura (°C), ph=potencial de hidrogeniones (nmol/l), S=sensible, I=Intermedio, R=Resistente, P=Presente, A=Ausente.

**ANEXO 5.** Verificación de supuestos correspondiente a la prueba de normalidad y homocedasticidad

Indicador	Mercado	Supuestos de prueba estadística				Test sugerido
		Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene		
		Estadístico	Sig.	F	Sig.	
<i>Salmonella typhi</i>	Puno	0.82651	0.004	2.0604	0.170	U
	Ilave					
	Puno	0.82497	0.003	0.9268	0.350	U
	Ilave					
<i>Escherichia coli</i>	Puno	0.98549	0.989	0.142	0.711	T
	Ilave					
	Puno	0.91369	0.100	21.508	0.000	T Welch
	Ilave					
<i>Escherichia coli</i>	Puno	0.88407	0.031	0.2966	0.594	U
	Ilave					
	Puno	0.9179	0.119	1.1455	0.300	T
	Ilave					
<i>Escherichia coli</i>	Puno	0.95157	0.450	2.9484	0.105	T
	Ilave					
	Puno	0.90979	0.085	17.107	0.001	T Welch
	Ilave					

Nota: Sig. =Significancia, F= Estadístico F, U=U Mann Whitney, T= Prueba de T Student para muestras independientes.



Universidad Nacional del Altiplano  
**Facultad de Ciencias Biológicas**

Ciudad Universitaria – Teléfono 36 6189 – Apartado Postal 291



CONSTANCIA N° 001-2024-D-FCCBB-UNA

EL QUE SUSCRIBE, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNA-PUNO.

HACE CONSTAR.-

Que, el Bachiller **CRISTHIAN SUPO MAYTA**, egresado de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ha realizado su trabajo de investigación (tesis), titulado “RESIDUOS DE *antibióticos en odontesthes bonariensis* (PEJERREY) EXPENDIDOS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE ILAVE Y PUNO 2022”, en el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, a partir del 01 de mayo al 30 de setiembre del 2023.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 03 de enero del 2024



Dr. BELISARIO MANTILLA MENDOZA  
DECANO

cc.  
Archivo 2023  
EGMT/roq.



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Cristhian Supo Mayta

identificado con DNI 77348002 en mi condición de egresado de: CIENCIAS BIOLÓGICAS

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

DE BIOLOGIA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis* (PEJERREY) EXPENDIDOS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE ILAVE Y PUNO .2022 ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 29 de Agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Cristhian Supo Mayta,  
identificado con DNI 77348002 en mi condición de egresado de: CIENCIAS BIOLÓGICAS

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
De Biología

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
"RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN *Odontesthes bonariensis* (PEJERREY) EXPENDIDOS EN  
MERCADOS DE LA CIUDAD DE ILAVE Y PUNO .2022

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

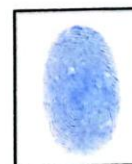
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 29 de Agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella