



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

Susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Weissella tructae* obtenidos de trucha arcoíris cultivadas en jaulas flotantes de la región Puno

**TESIS**

Para optar el título profesional de licenciado en Biología

**AUTOR**

Salazar Hurtado, Said Antony  
(ORCID: 0009-0005-6907-3720)

**ASESORES**

Ramos Gorbeñas, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-9713-2653)  
Medina Morilla, Marco Cesar (ORCID: 0000-0001-7335-2902)

**Lima, Perú**

**2024**

## **Metadatos complementarios**

### **Datos del autor(a)**

Salazar Hurtado, Said Antony

Tipo de documento de identidad: DNI

DNI: 72930769

### **Datos del asesor interno:**

Ramos Gorbeñas, Juan Carlos

Tipo de documento de identidad: DNI

DNI: 10243429

### **Datos del asesor externo:**

Medina Morillo, Marco Cesar

Tipo de documento de identidad: DNI

DNI: 44623351

### **Datos del Jurado**

JURADO 1: Guerra Santa Cruz, Alcides

Número de documento de identidad: 28260663

Código ORCID: 0000-0002-5130-8190

JURADO 2: Dávila Robles, Miguel Germán

Número de documento de identidad: 07261702

Código ORCID: 0000-0002-7429-4836

JURADO 3: Coloma Adaniya, Zoila Naeko

Número de documento de identidad: 10527962

Código ORCID: 0000-0002-5531-1485

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 1.06.01

Código del Programa: 511206

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Said Antony Salazar Hurtado**, con código de estudiante N°201710744, con (DNI o Carné de Extranjería<sup>1</sup>) N°72930769, con domicilio en jr. Managua 705, distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima.

En mi condición de bachiller en Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, declaro bajo juramento que:

(El/la) presente (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación) titulado: **"Susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Weissella tructae* obtenidos de trucha arcoíris cultivadas en jaulas flotantes de la región Puno"** es de mi única autoría, bajo el asesoramiento de los docentes Juan Carlos Ramos Gorbeña y Marco Cesar Medina Morillo, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; el cual ha sido sometido al antiplagio Turnitin y tiene el 20 % de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 09 de mayo de 2024



Said Antony Salazar Hurtado

DNI: 72930769



Mg. Mario Martín Pauta Gálvez  
Jefe Unidad Grados y Títulos  
FCB

<sup>1</sup> Se debe colocar la opción que corresponda, realizar lo mismo en todo el texto del documento.

# Susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Weissella tructae* obtenidos de trucha arcoíris cultivadas en jaulas flotantes de la región Puno

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

11%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.upch.edu.pe">repositorio.upch.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://ri.uaemex.mx">ri.uaemex.mx</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://bioseguridad.minam.gob.pe">bioseguridad.minam.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Marco Medina, Carla Fernandez-Espinel, Giovanna Sotil, Jefferson Yunis-Aguinaga, Violeta Flores-Dominick. "First description of <i>Weissella ceti</i> associated with mortalities in farmed rainbow trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) in Peru", <i>Aquaculture</i> , 2020 Publicación	1%
5	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://es.wikipedia.org">es.wikipedia.org</a> Fuente de Internet	1%

7	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
10	<a href="https://docksci.com">docksci.com</a> Fuente de Internet	<1%
11	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1%
12	<a href="https://accedacris.ulpgc.es">accedacris.ulpgc.es</a> Fuente de Internet	<1%
13	<a href="https://www.fao.org">www.fao.org</a> Fuente de Internet	<1%
14	Jésica Castrejón-Nájera, César Ortega, Raúl Fajardo, Rute Irgang et al. " Isolation characterization, virulence potential of responsible for weissellosis outbreak in rainbow trout ( ) cultured in Mexico ", Transboundary and Emerging Diseases, 2018 Publicación	<1%
15	<a href="https://www.sgpjbg.com">www.sgpjbg.com</a> Fuente de Internet	<1%
16	<a href="https://eprints.ucm.es">eprints.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1%

17	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	<1%
18	Submitted to University of Hong Kong Trabajo del estudiante	<1%
19	koreascience.or.kr Fuente de Internet	<1%
20	www.frontiersin.org Fuente de Internet	<1%
21	eprints.utas.edu.au Fuente de Internet	<1%
22	link.springer.com Fuente de Internet	<1%
23	documents.mx Fuente de Internet	<1%
24	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
25	scholar.sun.ac.za Fuente de Internet	<1%
26	Submitted to Universidad Científica del Sur Trabajo del estudiante	<1%
27	dokumen.pub Fuente de Internet	<1%
28	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%

29

[cyberleninka.org](https://cyberleninka.org)

Fuente de Internet

<1%

30

A.D. Diwan, Sanjay N. Harke, Archana N. Panche. "Studies on exploring the potentials of gut microbiomes to mitigate the bacterial and viral diseases of fish and shellfish in aquaculture farming", *The Microbe*, 2024

Publicación

<1%

31

Submitted to Universidad Internacional del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1%

32

[docplayer.es](https://docplayer.es)

Fuente de Internet

<1%

33

[assets.researchsquare.com](https://assets.researchsquare.com)

Fuente de Internet

<1%

34

[etd.aau.edu.et](https://etd.aau.edu.et)

Fuente de Internet

<1%

35

[tel.archives-ouvertes.fr](https://tel.archives-ouvertes.fr)

Fuente de Internet

<1%

36

[www.locus.ufv.br](https://www.locus.ufv.br)

Fuente de Internet

<1%

37

Imene Fhoula, Mohamed Boumaiza, Ghassan Tayh, Amel Rehaïem, Naouel Klibi, Imene-Hadda Ouzari. " Antimicrobial activity and safety features assessment of spp. from

<1%

# environmental sources ", Food Science & Nutrition, 2022

Publicación

---

38	<a href="http://www.unicordoba.edu.co">www.unicordoba.edu.co</a>	Fuente de Internet	<1%
39	Submitted to Universidad Andina del Cusco	Trabajo del estudiante	<1%
40	<a href="http://ki.se">ki.se</a>	Fuente de Internet	<1%
41	<a href="http://www.aquahoy.com">www.aquahoy.com</a>	Fuente de Internet	<1%
42	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a>	Fuente de Internet	<1%
43	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a>	Fuente de Internet	<1%
44	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a>	Fuente de Internet	<1%
45	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a>	Fuente de Internet	<1%

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 20 words

Excluir bibliografía

Activo

**DEDICATORIA**

*A mi madre, Mónica que es mi impulso y la razón de mi vida y de este logro, porque siempre confiaste en mí y me apoyaste al ciento por ciento en cada paso que daba.*

*A mi padre, Vicente que siempre estuvo al pendiente apoyándome y creyendo en mis virtudes, gracias por siempre estar para nosotros.*

*A mi abuela, Paola por ese amor y respeto, este logro es también por ti y toda la familia, sin ustedes no lo hubiera logrado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco encarecidamente primero a Dios por bendecirme con las capacidades y perseverancia para este logro de título profesional. En segundo lugar, a mi madre Lucia Mónica, que es la persona que más amo y que me impulsa a ser mejor persona cada día, siempre creíste en mis capacidades y nunca dudaste de mí, este logro no solo es mío es de ambos y quiero que te sientas orgullosa de la increíble madre que eres.

A mi papa Vicente Córdova, te agradezco por siempre aconsejarme y ayudarme moralmente y espiritualmente, siempre ocupaste ese lugar que desde joven me hizo falta, y por ello estoy muy agradecido.

A mi abuelita Paola Lecca, te agradezco porque siempre fuiste la persona que me supo escuchar en todo momento, por tus consejos, sabias palabras y valentía de ver la vida.

A mi segunda madre Diana Salazar, nunca olvidare tu gran apoyo incondicional que me brindaste, porque siempre fuiste una hermana y madre ejemplar y ahora futura profesora.

Al Mg. Marco Medina por su gran apoyo y paciencia en este proceso, por sus correcciones que me hiciste patallar, pero lo valió cada segundo, gracias por enseñarme y compartir tus conocimientos.

Al Mg. Juan Carlos Gorbeña, por su amable cordialidad de apoyarme y responder mis llamados al instante, por cada consejo y asesoramiento.

A Alessandra Córdova Díaz, una de mis personas favoritas la cual admiro y de la cual me motivó a lograr este objetivo, gracias ale porque siempre estuviste y estas para mí, gracias por tu paciencia, amor y respeto.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>II.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	14
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	16
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
	4.1 Objetivo general.....	18
	4.2 Objetivos específicos.....	18
<b>V.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	19
	5.1 Estado Actual de la Acuicultura en el Perú.....	19
	5.1.1 Potencial Acuícola.....	19
	5.2 Cultivo de Trucha Arcoíris.....	20
	5.2.1 Tipos de Sistemas de Cultivos.....	21
	5.3 Introducción de la Trucha Arcoíris al Perú.....	22
	5.4 Generalidades de la Trucha Arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	23
	5.5 Descripción del Género <i>Weissella</i> .....	24
	5.5.1 Ecología.....	26
	5.5.2 <i>Weissella tructae</i> sp nov.....	29
	5.6 Weissellosis: Patología Macroscópica y Microscópica.....	31
	5.7 Susceptibilidad Antimicrobiana.....	33
	5.7.1 Método de Dilución en Caldo (MIC).....	34
	5.7.2 Método de Difusión en Disco.....	35
	5.7.3 Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI).....	37
	5.7.4 Comité Europeo sobre Pruebas de Susceptibilidad a los Antimicrobianos (EUCAST).....	38
	5.7.5 Interpretación de Resistencia Normalizada (NRI).....	39
<b>VI.</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	40
<b>VII.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	43
<b>VIII.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	43
	8.1 Lugar de ejecución.....	43
	8.2 Tipo y diseño de investigación.....	43

8.3 Variables.....	43
8.4 Operacionalización de las variables.....	44
8.5 Muestreo.....	45
8.6 Procedimientos.....	45
8.6.1 Recuento de bacterias viables para establecer concentración adecuada para las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana.....	45
8.6.2 Prueba Control de Calidad.....	47
8.6.2.1 Preparación de medios de cultivos.....	47
8.6.2.2 Cepas de Control de Calidad.....	47
8.6.2.3 Método de difusión en disco- Control.....	48
8.6.3 Prueba de susceptibilidad antimicrobiana por difusión en disco para <i>W. tructae</i> .....	49
8.6.4 Análisis de datos.....	50
8.7 Aspecto ético.....	50
<b>IX. RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
9.1 9.1 Recuento de bacterias viables y estandarización del inóculo para las pruebas de susceptibilidad.....	51
9.2 Interpretación de los rangos del control de calidad.....	51
9.3 9.3 Interpretación de la susceptibilidad antimicrobiana de <i>W. tructae</i> frente a los agentes antimicrobianos .....	52
9.4 Análisis de los diámetros de inhibición por el método de NRI.....	56
<b>X. DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>XI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>XII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>XIV. ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Listado de patógenos oportunistas del género <i>Weissella</i> relacionados con infecciones a humanos y animales. Fuente: Fusco et al., (2015).....	28
<b>Tabla 2.</b> Interpretación de resultados y datos estandarizados para <i>Weissella tructae</i> .....	51
<b>Tabla 3.</b> Diámetros de Zonas de Inhibición contra 5 agentes antimicrobianos para 30 aislados de <i>W. tructae</i> obtenidos de cultivos de jaulas flotantes de trucha arcoíris de la región Puno. ....	53
<b>Tabla 4.</b> Análisis y Frecuencia de Diámetros de zonas de inhibición (mm) de 30 aislados de <i>W. tructae</i> durante 24 a 28 horas. ....	54
<b>Tabla 5.</b> Análisis y Frecuencia de Diámetros de zonas de inhibición (mm) de 30 aislados de <i>W. tructae</i> durante 44 a 48 horas. ....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Hemorragia en cerebro causada por Weisselosis y corte histológico que muestra la infiltración transmural de una arteria con células mononucleares y neutrófilos. Fuente: Wetch T., Marancik D., Good C., (2017).....	32
<b>Figura 2.</b> Hemorragias en trucha arcoíris, alrededor del ojo, en la pared abdominal y en la vejiga natatoria. Fuente: Medina et al., (2020) .....	32
<b>Figura 3.</b> Crecimiento y Coloración Gram de los aislados de <i>W. tructae</i> .....	45
<b>Figura 4.</b> Proceso de ajuste de pH del medio Mueller Hinton Agar. ....	47
<b>Figura 5.</b> Prueba de susceptibilidad antimicrobiana por el método de difusión en disco para las cepas control de calidad. ....	48
<b>Figura 6.</b> Prueba de susceptibilidad antimicrobiana por el método de difusión en disco para <i>W. tructae</i> y aplicación de los discos antimicrobianos.....	50
<b>Figura 7.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 24 y 28 horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra enrofloxacino .....	57
<b>Figura 8.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 24 y 28 horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra gentamicina .....	57
<b>Figura 9.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 24 y 28 horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra florfenicol .....	58
<b>Figura 10.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 24 y 28 horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra oxitetraciclina .....	58
<b>Figura 11.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 44 y 48 horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra enrofloxacino .....	59
<b>Figura 12.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 44 y 48horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra gentamicina .....	59
<b>Figura 13.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 44 y 48horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra florfenicol .....	60
<b>Figura 14.</b> Distribución de los valores de diámetros de inhibición medidos entre 44 y 48horas para 30 aislados de <i>W. tructae</i> contra oxitetraciclina .....	60

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Weissella tructae* obtenidos de truchas arcoíris cultivadas en jaulas flotantes de la Región Puno. Para esto, se utilizó una colección de aislados bacterianos identificados como *W. tructae* pertenecientes al Laboratorio de Patobiología Acuática del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), recuperados de peces con signos clínicos entre 2017 y el 2023. Para el ensayo de susceptibilidad se realizó la prueba control de calidad con las cepas *Escherichia coli* ATCC® 25922, *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* ATCC® 33658 y *Streptococcus pneumoniae* ATCC® 49619. Posteriormente, los 30 aislados de *W. tructae* se sometieron a la prueba de difusión en disco utilizando los antibióticos: oxitetraciclina, florfenicol, enrofloxacin, gentamicina y sulfametoxazol. Finalmente se aplicó el método de Interpretación de Resistencia Normalizada (NRI) para obtener los valores de corte epidemiológicos. El número de bacterias utilizado en los ensayos de susceptibilidad antimicrobiana con *W. tructae* se estableció en  $1.8 \times 10^8$  UFC/ml, equivalente a la escala de McFarland 3. Los controles de calidad mostraron valores establecidos en el manual CLSI para los ensayos de susceptibilidad en la temperatura y tiempos de lectura utilizados. Además, todos los aislados de *W. tructae* fueron totalmente susceptibles (Wild type) a los antibióticos evaluados excepto al sulfametoxazol, lo que implica que posiblemente tengan eficacia clínica para el control de la Weissellosis. Sin embargo, son necesarios estudios de concentración mínima inhibitoria, entre otros estudios para el establecimiento de dichas medidas de control y el monitoreo regular de los patrones de susceptibilidad de *W. tructae* en el Perú.

**Palabras clave:** Resistencia a los antibióticos, acuicultura, RAM, trucha arcoíris, epidemiología

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the antimicrobial susceptibility of *Weissella tructae* isolates obtained from rainbow trout cultured in floating cages in the Puno Region. A collection of bacterial isolates identified as *W. tructae* belonging to the Aquatic Pathobiology Laboratory of the Instituto del Mar del Peru (IMARPE), recovered from fish with clinical signs between 2017 and 2023, was used. For the susceptibility test, the quality control test was performed with the strains *Escherichia coli* ATCC® 25922, *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* ATCC® 33658 and *Streptococcus pneumoniae* ATCC® 49619. Subsequently, the 30 *W. tructae* isolates were subjected to the disk diffusion test using oxytetracycline, florfenicol, enrofloxacin, gentamicin, and sulfamethoxazole. Finally, the Normalized Resistance Interpretation (NRI) method was applied to obtain epidemiological cut-off values. The number of bacteria used in the antimicrobial susceptibility tests with *W. tructae* was set at  $1.8 \times 10^8$  CFU/ml, equivalent to the McFarland 3. Quality controls showed values established in the CLSI manual for susceptibility tests at the temperature and reading times used. In addition, all *W. tructae* isolates were fully susceptible (wild-type) to the antibiotics evaluated, except sulfamethoxazole, implying that they may have clinical efficacy for the control of Weissellosis. However, minimum inhibitory concentration studies, among others, are necessary for the establishment of such control measures and regular monitoring of susceptibility patterns of *W. tructae* in Peru.

**Key words:** Antibiotic resistance, Aquaculture, AMR, Rainbow trout, Epidemiology.