

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



“Efecto antimicrobiano del agua ozonizada en la industria de procesamiento de filete de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris)”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Autoras : Bach. Pasapera Campos Sandra Eloisa
Bach. Ventura Chávez Greycy Yesabella**

**Asesores : Mg. Minchán Velayarce Hans Himbler
Ing. Ticona Yujra Juan Antonio**

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2023



NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME FINAL DE TESIS - PASAPERA -
VENTURA.docx**

AUTOR

pasapera ventura

RECUENTO DE PALABRAS

9990 Words

RECUENTO DE CARACTERES

53139 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

37 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

469.9KB

FECHA DE ENTREGA

Jun 8, 2023 11:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 8, 2023 11:40 PM GMT-5**● 10% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% 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
- Fuentes excluidas manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2019-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de junio del año 2023, siendo las 09:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán

Secretario: Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen

Vocal: Mg. Andrea Fioreli Velarde Santoyo, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
() Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EFECTO ANTIMICROBIANO DEL AGUA OZONIZADA EN LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE FILETE DE *oncorhynchus mykiss* (TRUCHA ARCO IRIS)".

presentado por bachilleres Pasapera Campos Sandra Eloisa y Ventura Chávez Greycy Yesabella, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

() Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | (19) |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 10:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 15 de junio de 2023

Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
Presidente

Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
Secretario

Mg. Andrea Fioreli Velarde Santoyo
Vocal

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	MATERIAL Y MÉTODOS	15
2.1.	Población, muestra y muestreo	15
2.1.1.	Población	15
2.1.2.	Muestra	15
2.1.3.	Muestreo	15
2.2.	Variables en estudio	15
2.3.	Métodos, técnicas e instrumentos y procedimiento	16
2.3.1.	Lugar de ejecución	16
2.3.2.	Materia prima	16
2.3.3.	Proceso experimental	16
2.3.4.	Análisis microbiológico	21
2.4.	Diseño experimental	28
2.5.	Análisis de datos	29
III.	RESULTADOS	30
IV.	DISCUSIÓN	35
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1.	Conclusiones	38
5.2.	Recomendaciones	38
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	AGRADECIMIENTO	43
	DEDICATORIA	44
	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables independientes y dependientes.....	15
Tabla 2. Número de tratamientos según diseño experimental.....	29
Tabla 3. Análisis de varianza de las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas para los tratamientos evaluados	33
Tabla 4. Prueba de Tukey. Agrupamiento de tratamientos según valores de pH.....	33
Tabla 5. Prueba de Tukey. Agrupamiento de tratamientos según valores de <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>	34
Tabla 6. Prueba de Tukey. Agrupamiento de tratamientos según valores de <i>Mesófilos</i> <i>aerobios</i>	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del procesamiento de <i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha arco iris)..	20
Figura 2. Evolución del pH en los tratamientos evaluados.	30
Figura 3. Evolución de <i>Staphylococcus aureus</i> en los tratamientos evaluados.	31
Figura 4. Evolución de Mesófilos aerobios en los tratamientos evaluados.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acondicionamiento de equipos para generar el ozono adecuado para esta investigación	45
Anexo 2. Formato de manual HACCP – PCC, para selección y clasificación de trucha.	46
Anexo 3. Procesamiento de <i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha arco iris) para la obtención de filetes, aplicación de ozono y empaçado al vacío.....	47
Anexo 4. Procedimiento para la determinación de mesófilos aerobios.	48
Anexo 5. Procedimiento para la determinación de <i>Staphylococcus aureus</i>	49
Anexo 6. Procedimiento para la determinación de <i>Salmonella sp</i>	50
Anexo 7. Procedimiento para la determinación de <i>Escherichia coli</i>	51
Anexo 8. Control de pH en los filetes de <i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha arco iris).	52
Anexo 9. Norma Técnica Peruana 041.001.2019. Pescado fresco. Requisitos.....	53
Anexo 10. Código de R Project, utilizado para el análisis de varianza y test de Tukey.....	55
Anexo 11. Resultados de Análisis de Varianza, para cada indicador.	56
Anexo 12. Resultados de la prueba post hoc de Tukey, para cada indicador	57
Anexo 13. Resultados del conteo de UFC de <i>Escherichia coli</i> en EC Medium with MUG, en filetes de trucha arco iris tratados con agua ozonizada.....	60
Anexo 14. Resultados del conteo de UFC de <i>Salmonella sp</i> en medio CHROMagar Salmonella plus supplement, en filetes de trucha arco iris tratados con agua ozonizada.	61

RESUMEN

Los productos hidrobiológicos son muy perecibles, por ello la presente investigación estudió el efecto antimicrobiano del agua ozonizada sobre filetes de *Oncorhynchus mykiss* a distintos tiempos de inmersión (30, 60 y 90 s) y concentración (0.5, 1.5 y 2.5 ppm). Se analizó el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *mesófilos aerobios*, *Salmonella* sp y *Escherichia coli* al primer, octavo, quinceavo y veintidosavo días de refrigerado (4° C) las muestras, y se llevó un control pH de cada muestra. Según los resultados, el agua ozonizada tuvo un importante efecto antimicrobiano respecto a *Staphylococcus aureus*, siendo el tratamiento con 2.5 ppm de ozono y 30 s de inmersión (O3T1) el que prevaleció sobre los demás tratamientos con este microorganismo y pH. Respecto a *mesófilos aerobios*, mantuvo a todos los tratamientos por debajo del límite mínimo. En cuanto a *Salmonella* sp no hubo desarrollo de UFC por cada 25 g de filete y en *Escherichia coli* no se reportó crecimiento de UFC por cada 10 g de filete. Con todo ello, se concluye que el ozono sí influye manteniendo el pH y en la reducción de carga microbiana. Además, que la empresa Ecofriendly Engineers S.A.C provee a sus clientes trucha arco iris en buen estado.

Palabras claves: Microbiología, ozono, *Oncorhynchus mykiss*



ABSTRACT

Hydrobiological products are very perishable; therefore, the present investigation studied the antimicrobial effect of ozonated water on *Oncorhynchus mykiss* fillets at different immersion times (30, 60 and 90 s) and concentrations (0.5, 1.5 and 2.5 ppm). The growth of *Staphylococcus aureus*, *aerobic mesophiles*, *Salmonella* sp and *Escherichia coli* was analyzed on the first, eighth, fifteenth and twenty-second day of refrigeration (4°C) of the samples, and a pH control was carried out on each sample. According to the results, ozonated water had a significant antimicrobial effect on *Staphylococcus aureus*, being the treatment with 2.5 ppm ozone and 30 s of immersion (O3T1) the one that prevailed over the other treatments with this microorganism and pH. With respect to *aerobic mesophiles*, all treatments remained below the minimum limit. As for *Salmonella* sp, there was no development of CFU per 25 g of fillet and in *Escherichia coli*, no growth of CFU per 10 g of fillet was reported. With all this, it is concluded that ozone does have an influence in maintaining the pH and in the reduction of microbial load. Furthermore, Ecofriendly Engineers S.A.C. provides its clients with rainbow trout in good condition.

Key words: Microbiology, ozone, *Oncorhynchus mykiss*.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la actividad acuícola, económicamente se ha globalizado con una perspectiva de crecimiento muy importante, ya que las zonas marinas de explotación se hallan sobre saturadas lo que perjudica a la inocuidad alimentaria en este tipo de productos. Sin embargo, la demanda de productos derivados de pescados se mantienen constante en cuanto a su crecimiento, debido al alto contenido proteico y nutritivo; y en el Perú, el potencial para cultivar y generar productos derivados hidrobiológicos es grande, ya que poseemos los recursos acuícolas y climatológicos adecuados para la producción de *Oncorhynchus mykiss* (Tantaleán, 2014).

En Cajamarca se están produciendo trucha fresca entera, eviscerada, deshuesada, filete de trucha tanto para las amas de casa, catering y la empresa minera, siendo el deseo de los productores exportar en el futuro (Banco Central de Reserva del Perú, 2007).

Múltiples países, ya sea europeos, latinoamericanos, así como en el resto del mundo emplean ozono (O_3) para prevenir bacterias, mohos, virus y olores a varios tipos de alimentos como quesos, pescados, carnes, huevos, frutas, etc., producto, a bodegas y equipos, pudiéndose así prolongar su tiempo de conservación (Sanjuás Rey, 2012).

Es por ello que nacen investigaciones sobre este tema interesante, tales como de, Espinosa (2015) quien realizó un estudio basándose en sumergir filetes de dorada (*Sparus aurata*) en agua ozonizada en diferentes concentraciones (0.35, 0.50 y 0.75 $mg L^{-1}$) durante 10 minutos, y una concentración de 0.30 $mg L^{-1}$ durante 20 y 40. Sin embargo, obtuvo como resultado que el empleo de ozono a concentraciones inferiores de 0.75 $mg L^{-1}$ es insuficiente para reducir la carga microbiana de filetes de dorada.

Asi mismo, Medeiros y Gonçalves (2016) investigaron la eficacia del agua ozonizada como desinfectante para eliminar microorganismos en tilapia del Nilo. Sumergió muestras enteras y en filetes en agua fría a una temperatura de 11 °C sin ozono (control) y con ozono (0.5, 1.0, 1.5 ppm) durante 0, 5, 10 y 15 minutos. Como resultado obtuvo que la tilapia entera que fue sumergida a 1,5 ppm presentó un 88,25% de reducción en carga microbiológica, a los 15 minutos de contacto. Y en el caso de filetes, los sumergidos a 1 y 1,5 ppm mostraron 77,2% y 79,49%, respectivamente. En este estudio ni el pH ni el color de los filetes se vieron afectados por el tratamiento del agua ozonizada. Sin embargo, se observó un pequeño proceso de oxidación de lípidos por el aumento en el valor de TBARS. Todos estos

resultados prueban la eficacia del agua para disminuir su carga microbiana y mantener la calidad del pescado.

También, Zhao et al. (2015) investigaron los cambios químicos, microbiológicos, de color y de textura de filetes de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) sumergidos en agua ozonada como un pretratamiento para el almacenamiento congelado. Para ello utilizó una concentración de 4,5 mg / L de agua que contenía ozono durante 30 min y se almacenaron a -18 ± 1 ° C durante 180 días y como controles usó filetes sin tratamientos. El tratamiento de agua ozonizada tuvo efectos antimicrobianos, blanqueadores y de mejora de la calidad de la textura en el procesamiento de filetes de tilapia aparte de prolongar su vida útil.

Tomita et al. (2010) realizaron el presente estudio donde investigó la eficiencia del ozono como agente higienizante en el agua para el procesamiento de merluza de Goete y verificó sus efectos sobre la calidad y estabilidad de filetes de merluza de Goete en condiciones controladas de refrigeración. Realizó 3 tratamientos: a) agua ozonizada a una concentración de 2 ppm, durante 5 minutos; b) agua ozonizada en concentración superior a 2 ppm, durante 5 minutos, y c) agua clorada a una concentración de 5 ppm, durante 1 minuto; y el tratamiento “d” se refiere a la muestra que no fue sometida a ningún tratamiento. Los resultados de los análisis realizados en el pescado entero y en los filetes incluyeron parámetros físico-químicos, microbiológicos y sensoriales demostraron que no existía diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos dados en el pescado entero y en el estudio de vida útil realizado en los filetes Merluza de Goete.

Al igual que, Karamah et al. (2019) aplicaron agua ozonizada para mantener la conservación de la carne de atún, ya que este alimento es muy perecedero. Esta investigación se llevó a cabo probando la solubilidad del ozono en agua e introduciendo el atún durante 40, 80, 120 minutos de tiempo de contacto a 8 ° C y una dosis de ozono de 0,3 mg / L; se puso en contacto a 37 ° C, 25 ° C y 8 ° C durante 120 minutos y una dosis de ozono de 0,3 mg / L; y se puso en contacto a 8 ° C durante 120 minutos con una dosis de ozono de 0,3 mg / L y 0,24 mg / L. Después de este tratamiento, se almacenó en un enfriador a 8 ° C durante 168 horas o siete días. Después de este periodo se analizaron los resultados, y se concluyó que cuanto mayor es el contacto, menor la temperatura de contacto y mayor la dosis de ozono, menor es la tasa de degradación de la calidad del atún. Además, ponerse en contacto con el atún durante 120 minutos puede eliminar las bacterias hasta en un 66,7%, el valor del pH baja a 5,58 poco tiempo después de que el atún entra en contacto con el agua ozonizada.

Chawla et al. (2008) optimizaron el tratamiento de agua ozonizada en la carne de camarón silvestre para reducir la contaminación microbiana. Las muestras de camarón se sumergieron en agua con 1, 2 y 3 ppm de ozono disuelto con tiempos de tratamiento de 20, 40 y 60 s para todas las concentraciones. Concluyó que el remojo en 3 ppm de ozono disuelto durante 40 y 60 mostró la mayor reducción de bacterias aeróbicas totales, y 60 s en 3 ppm resultó en la mayor reducción de bacterias Pseudomonas. Además, el tratamiento de agua ozonizada en la carne de camarón no produjo oxidación.

Crapo et al. (2004) estudiaron la eficacia del ozono como bactericida en el procesamiento de mariscos crudos a una concentración de (0,6-1,5 ppm). Sin duda el agua ozonizada fue casi tan eficaz como el agua clorada para reducir los niveles de Listeria innocua en las áreas inocuas en contacto con los alimentos. Sin embargo, el agua ozonizada aplicada a los filetes de pescado no fue eficaz para el control bacteriano. Cabe mencionar que el ozono redujo la vida útil ya que aceleró el desarrollo de rancidez. Recomiendan usar el ozono como desinfectante para superficies de contacto.

Gokce et al. (2019) estudiaron los efectos del agua ozonizada las propiedades fisicoquímicas y la calidad microbiológica de la pechuga de pavo. Sumergió este alimento en 1×10^{-2} kg L durante 8 horas. Finalmente, se logró inactivar microorganismos, tales como bacterias mesófilas aerobias totales, enterobacteriáceas y levadura-moho. Pero, también provocó cambios significativos en las cantidades de carbonilo, en las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico, color y los valores de pH, lo que significa que los parámetros de calidad de la pechuga de pavo se ven drásticamente afectados por el tratamiento del agua ozonizada.

Muhlisin et al. (2016) evaluaron los efectos de la exposición de filetes de pechuga de pato y pollo al ozono gaseoso, estos fueron almacenados bajo un flujo continuo de ozono gaseoso (10×10^{-6} kg O₃ / m³ / h) a 4 ± 1 ° C durante 4 días. La exposición duró 15 minutos y se desactivó durante 105 minutos, se activó durante el almacenamiento. Concluyeron que el ozono reduce eficazmente el crecimiento de bacterias coliformes, aeróbicas y anaeróbicas tanto en la pechuga de pollo como en la de pato.

De acuerdo a la experiencia de los consumidores, se sabe que, los pescados y productos hidrobiológicos en general, son perecibles en comparación con otro tipo de productos como los cárnicos, hortalizas y frutas. Así mismo, la calidad higiénica de estos productos hidrobiológicos se ven menguados debido a la contaminación cruzada y presencia de

microorganismos lo que conlleva a la generación de descomposición. Es por ello, que la industria alimentaria busca métodos de conservación para estos productos. Uno de ellos es la aplicación del ozono en la manipulación, lavado y transporte del pescado, ya que este no daña el producto, sino que proporciona al agua las condiciones higiénicas ideales. Así mismo, este gas destruye bacterias y microorganismos patógenos causantes del daño de alimentos percederos, para así prolongar su conservación y vida útil (Top Ozono, 2021).

En la ciudad de Jaén, la empresa privada de procesamiento de productos hidrobiológicos Ecofriendly Engineers SAC, se dedica al procesamiento y comercialización de productos hidrobiológicos como la trucha arco iris, pero dicha empresa presenta una desventaja en el flujo de procesamiento, la desinfección de los filetes. Actualmente ellos no someten a desinfección por desconocimiento de la metodología a emplear. Es por ello, que nace esta investigación con el objetivo de determinar el efecto antimicrobiano del agua ozonizada en la industria de procesamiento de filete de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) y su efecto antimicrobiano respecto a *Staphylococcus aureus*, *mesófilos aerobios*, *Salmonella* sp y *Escherichia coli*, estudio que será provechoso para todas aquellas empresas interesadas.

Además, se recalca que Ecofriendly Engineers SAC viene trabajando en conjunto con la Universidad Nacional de Jaén, desarrollando actividades académicas como cursos, capacitaciones en bionegocios tales como el cultivo de trucha. Por otro lado, la Municipalidad provincial de Jaén promueve las actividades de cultivo hidrobiológico desde la parte gubernamental. De este modo se estaría aplicando el modelo de la triple hélice en nuestra región.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Población, muestra y muestreo

2.1.1. Población

Filetes de *Oncorhynchus mykiss*, obtenidos en la empresa privada de procesamiento de productos hidrobiológicos Ecofriendly Engineers SAC.

2.1.2. Muestra

40 kg de filete de *Oncorhynchus mykiss*.

2.1.3. Muestreo

El muestreo se hizo por conveniencia, descartando a aquellas truchas con signos de descomposición, según la Norma Técnica Peruana 041.001.2019 (2019).

2.2. Variables en estudio

Variables independientes

Concentración de ozono disuelto en agua: 0.5, 1.5 y 2.5 ppm

Tiempos de inmersión: 30, 60 y 90 s

Variables dependientes

Calidad microbiológica: *Staphylococcus aureus*, *Mesófilos aerobios*, *Salmonella sp* y *Escherichia coli*.

Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables independientes y dependientes

Variables	Dimensión	Indicador	Técnicas e Instrumentos
Independientes	Concentración de ozono	0.5, 1.5 y 2.5 ppm	Medidor de ozono digital
	Tiempo de inmersión	30, 60, 90 s	Cronómetro
Dependientes	Calidad microbiológica:		
	<i>Mesófilos aerobios</i>	UFC/g	Análisis microbiológico
	<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	Análisis microbiológico
	<i>Salmonella sp</i>	Ausencia/Presencia en 25 g.	Análisis microbiológico
	<i>Escherichia coli</i> .	UFC/g	Análisis microbiológico

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos y procedimiento

2.3.1. Lugar de ejecución

El procesamiento de filetes de trucha arco iris y la inmersión en agua ozonizada se realizó en instalaciones de la empresa Ecofriendly Engineers SAC. El análisis microbiológico se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Tecnología Médica (Química, Tecnología Médica y Biología) de la Universidad Nacional de Jaén.

2.3.2. Materia prima

La trucha arco iris es una especie que se cultiva en agua dulce y climas fríos, su crianza demora unos 4 a 5 meses aproximadamente, su carne puede ser de color blanco o pigmentada, esto varía según el alimento balanceado que reciben durante su crianza. Para esta investigación, la trucha fue obtenida de la piscigranja “El diamante”, distrito de Chirinos, provincia Jaén. La cosecha de estos ejemplares fue realizada en horas de la madrugada, aprovechando el clima frío del distrito para mantener un buen rigor mortis. Las truchas ideales para un fileteado se encuentran en la etapa de engorde, debido a que en esta etapa se encuentran con un peso comercial entre 250 g – 350 g a más, y con una talla de 29 cm – 32 cm. Se emplearon chinguillos para la recolección de las truchas y estas fueron puestas en un recipiente plástico hermético. Luego se realizó el proceso experimental.

2.3.3. Proceso experimental

Procesamiento de trucha arco iris para la obtención de filetes

- *Recepción:* La materia prima, constituida por truchas enteras frescas, fueron recepcionadas en un recipiente plástico, de 20 L de capacidad, acondicionada con abundante hielo (4°C) con el fin de no cortar la cadena de frío en el traslado de las piscinas de cultivo hasta la planta de procesamiento. Luego, se pesó el lote usando una balanza de plataforma digital de una capacidad de 300 kg marca OPALUX. El peso obtenido en total fue de 41.2 kg
- *Selección y clasificación:* Los ejemplares fueron colocados en canastillas. En este proceso se realizó un muestreo por conveniencia, seleccionándose las truchas con mayor tamaño (29 – 32 cm aproximadamente, desde boca hasta punta de cola) para evitar dificultades en el proceso de fileteado, se descartaron aquellas que no fueron fusiformes, observando detenidamente la piel, ojos, branquias, músculo y órganos internos que no mostraron cambios o alteraciones sensoriales. Para este paso se usó

los criterios considerados en el formato de manual HACCP – PCC de la empresa Ecofriendly.

- *Eviscerado:* La trucha fue cortada empleando cuchillos de acero inoxidable, limpios y desinfectados, iniciando desde el orificio urogenital hacia las agallas para extraer las vísceras, riñón y agallas. El proceso fue manual usando guantes quirúrgicos de nitrilo por su alta resistencia a la perforación.
- *Lavado:* La trucha eviscerada fue lavada con agua potable a chorro continuo para concluir con la completa remoción de restos de sangre, vísceras y escamas.
- *Fileteado:* Para seguir con el proceso, se limpiaron y desinfectaron las áreas de procesamiento con hipoclorito de calcio al 70%. Se realizó el corte tipo filete con un cuchillo de acero inoxidable limpio y desinfectado, este corte constó en eliminar la aleta caudal y la cabeza. Luego se realizó un corte con el cuchillo a lo largo de la columna vertebral, obteniendo así, dos filetes. A ambos filetes se procedió a eliminar las costillas con la ayuda de pinzas fileteras y con un cuchillo se cortaron la aleta dorsal y la aleta pélvica.
- *Desinfección:* Para este proceso se tuvo en cuenta lo siguiente:
Se colocaron 24 filetes en una canastilla de material plástico, limpio y desinfectado, el cual se sumergió en otros recipientes, rotulados como A, B, C y T, los que contenían agua ozonizada, previa medición con el colorímetro digital y controlando los tiempos de inmersión, en las concentraciones preparada de acuerdo al diseño experimental:



Tabla 2

Número de tratamientos según diseño experimental

Concentración Ozono, ppm (O)	Tiempo de inmersión, s. (t)		
	T ₁	T ₂	T ₃
O ₁	O ₁ T ₁	O ₁ T ₂	O ₁ T ₃
O ₂	O ₂ T ₁	O ₂ T ₂	O ₂ T ₃
O ₃	O ₃ T ₁	O ₃ T ₂	O ₃ T ₃

Leyenda:

O : Dilución de agua ozonizada
O₁ : Dilución a 0.5 ppm
O₂ : Dilución a 1.5 ppm
O₃ : Dilución a 2.5 ppm

T : Tiempo de Inmersión
T₁ : 30 s
T₂ : 60 s
T₃ : 90 s

En total, se sumergieron 240 filetes de trucha arco iris aproximadamente.

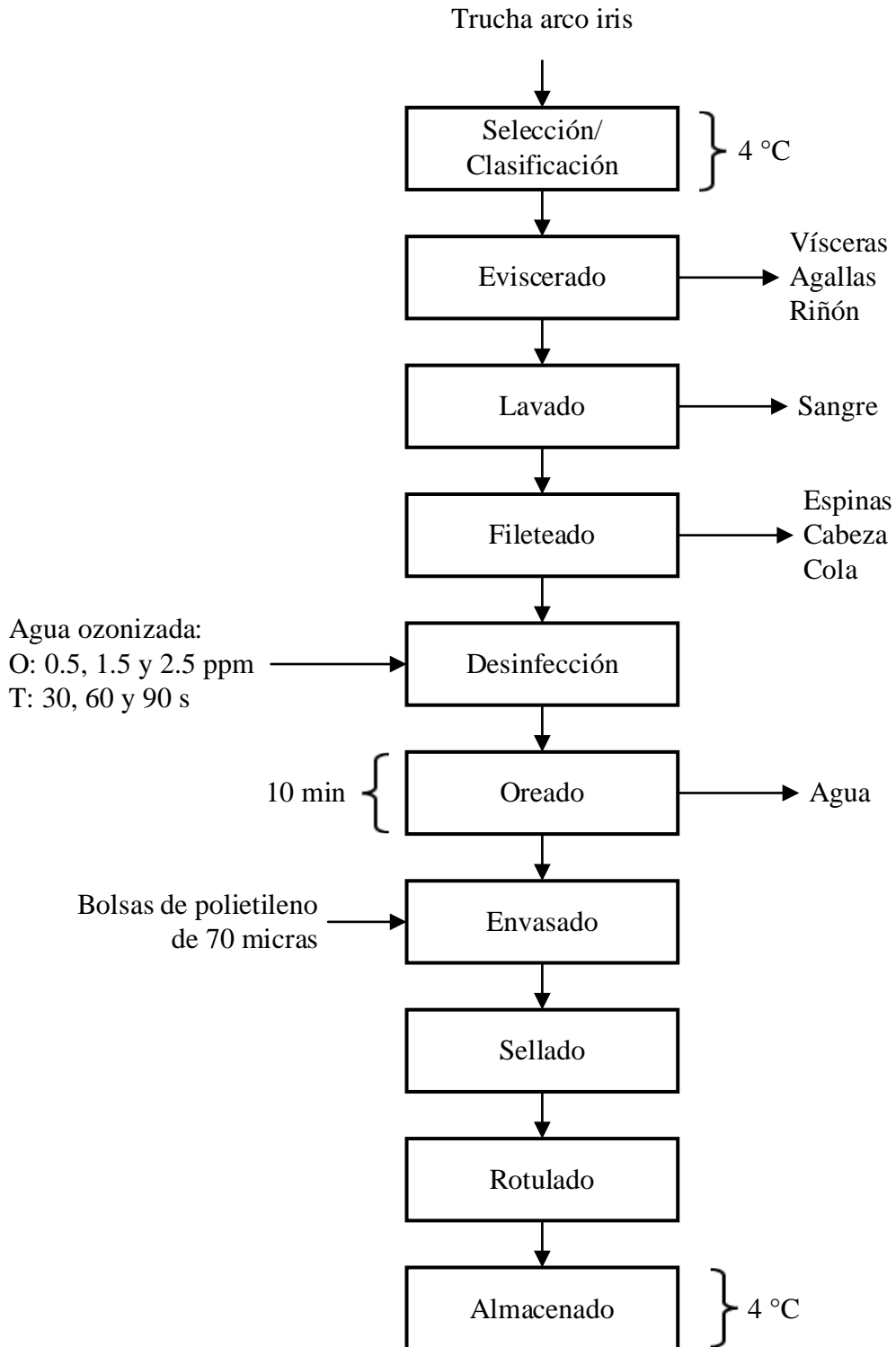
Adecuación del sistema ozonizador

- Se conectó un tanque de oxígeno de 10 m³ al generador de ozono, marca: ozono Font, para potenciar su funcionamiento y obtener un 2.5 ppm de ozono, ya que el generador de ozono por sí solo no logra esa concentración. Para la concentración de 0.5 ppm el flujómetro del tanque de oxígeno estuvo en 4 l/min; para el 1.5 ppm, en 6 l/min; y para 2.5 ppm, en 8 l/min, mientras que el generador se mantuvo en 50 %.
- El tanque de agua empleado para todo el proceso contuvo 300 litros de agua.
- El tiempo de circulación del ozono en dicho tanque fue de 15 minutos, hasta obtener la concentración de ozono requerida, pasado ese tiempo se abrió la llave de control, para permitir el flujo del agua ozonizada hacia la zona de proceso, a través de tuberías. Esto se aplicó para cada concentración de ozono de 0.5, 1.5 y 2.5 ppm. Para la medición se empleó el medidor de ozono digital de 0 – 2.5 ppm, marca: Colorimeter.

- *Oreado:* Al término de los tratamientos se colocó en otras canastillas previamente lavadas y desinfectadas con solución de hipoclorito al 70% diluido en 200 ppm. Este paso permitió eliminar el exceso de agua de los filetes, y luego colocadas inmediatamente en una congeladora doméstica, a una temperatura de 4°C, para prevenir el quiebre de la cadena de frío que fue sometida desde que ingreso a la planta procesadora. El oreado tuvo un tiempo de 10 minutos.
- *Envasado:* Los filetes de trucha fueron envasados en bolsas de polietileno de 70 micras de 13 x 21 cm, nuevas de primer uso, en presentaciones de 8 unidades por paquete con un peso aproximado de 400 - 550 g cada uno.
- *Sellado:* Los filetes envasados en las bolsas de polietileno fueron ingresados a la máquina Empacadora selladora, marca: Grondoy, Modelo: EV4, para su respectivo sellado individual y por paquete correspondiente a cada tratamiento.
- *Rotulado:* Se rotularon los paquetes de filetes indicando los 09 tratamientos y por repetición, así como el testigo, correspondientes a la investigación. Ejemplo: Para un paquete de 8 filetes se colocó O₁T₁ – I REPETICIÓN, en otro paquete de O₁T₁ – II REPETICIÓN y en otro O₁T₁ – III REPETICIÓN. Ese mismo procedimiento se hizo para todos los tratamientos, obteniendo al final 30 paquetes rotulados.
- *Almacenado:* Los filetes de trucha envasados, sellados y rotulados fueron almacenados en una congeladora marca venus y modelo CTVD-600 a una temperatura de 4°C hasta su análisis microbiológico correspondiente. Esta fue de uso exclusivo para la investigación, solo los investigadores tuvieron acceso a ella.

Figura 1

*Diagrama de flujo del procesamiento de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris)*



2.3.4. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos fueron realizados por los investigadores, en las instalaciones del Laboratorio de Biología, perteneciente a la Escuela Profesional de Tecnología Médica, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Jaén.

En cuanto a los criterios microbiológicos se tomó en cuenta lo recomendando en la Norma Técnica Peruana 041.001.2019. Pescado fresco. Por ello se analizaron cuatro microorganismos: Recuento de *mesófilos aerobios*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp*, al primer día de refrigerado los filetes de trucha arco iris, a los ocho días, quince y veintidós días.

Preparación de material de laboratorio:

Los materiales de laboratorio de vidrio usados para los análisis microbiológicos, fueron lavados, desinfectados y esterilizados en calor seco mediante la estufa a temperatura 200 °C por el tiempo de 20 minutos, previamente envueltos en papel bond para evitar su contaminación hasta el momento de ser usados.

Las asas microbiológicas fueron esterilizadas en un incinerador de bacterias, marca: JP selecta.

Preparación de las muestras a analizar:

En condiciones de asepsia, se utilizaron tijeras y vasos de precipitación estériles debidamente rotulados para cada muestra; se cortaron y pesaron los filetes de trucha de acuerdo a la metodología de cada agente microbiano a analizar.

Preparación de medios de cultivo según el microorganismo analizado:

Los medios de cultivo fueron pesados en balanza una analítica, marca: A&D Weighing, capacidad 252g, sobre una luna de reloj limpia y desinfectada. Autoclavados en una autoclave esterilizer horizontal, marca: Steel Products, para esterilizar los medios de cultivo y eliminar la carga microbiana desarrollada en las placas después de cada análisis microbiológico.

• *Mesófilos Aerobios*

Son bacterias dependientes de oxígeno (aerobias), la presencia de este microorganismo evidencia la falta de calidad del producto por ineficiencia del uso de buenas prácticas de manufactura, además de esto se evidencian continuamente materias primas contaminadas o tratamientos insalubres, estas, no alteran la salud en el ser humano, son usados frecuentemente como indicadores de calidad del procesamiento (Instituto Nacional de Alimentos, s/f).

Al momento del muestreo es útil el historial del producto, en alimentos poco perdurables aún manipulados correctamente pueden aumentar el recuento de bacterias y desvanecer su calidad si son almacenados por un período dilatado de tiempo. En ese sentido, el recuento no se encontraría elevado por la condición de higiene del producto, sino por la vida útil del mismo (Obregón y Zambrano, 2017).

Se analizó este microorganismo por recuento de colonia mediante técnica de siembra a profundidad, empleando el medio de cultivo PCA (PLATE COUNT AGAR), siguiendo los siguientes pasos, tal como indica (Passalacqua y Cabrera, 2014).

1. Se pesó 10 g de filete de trucha correspondiente a cada tratamiento. Siendo un total de 30 muestras a analizar por repetición.
2. Cada muestra pesada fue añadida en un matraz de 250 mL de capacidad. Añadiéndose 90 mL de solución salina fisiológica estéril. Este matraz contiene la dilución 10^{-1} .
3. En un tubo de ensayo estéril, con tapa rosca, se añadieron 9 mL de solución salina fisiológica estéril + 1 mL de la dilución 10^{-1} , preparado en el paso 2, para obtener la dilución de 10^{-2} .
4. En otro tubo estéril, se añadió igualmente 9 mL de solución salina fisiológica estéril + 1 mL de la dilución 10^{-2} , obtenido en el paso 3, obteniendo así la dilución 10^{-3} .
5. Luego, se tomó con una pipeta de vidrio esterilizada de 1 mL de la dilución 10^{-1} para agregar a una placa Petri estéril. Este paso se repitió por tres veces. Lo mismos pasos descritos se realizaron para la dilución 10^{-2} y 10^{-3} respectivamente.
6. Se vertió 20 a 25 mL aproximadamente de PCA a cada placa Petri y se homogenizó en "X". Se aguardo hasta que se solidifique el medio de cultivo para que la placa sea envuelta con papel bond.

7. Una vez completado el paso anterior, se llevaron las muestras a incubar empleando una estufa eléctrica, marca: memmert, modelo: parafina UN30pa, por 48 horas a 37 °C. Obteniendo aquí 30 placas sembradas por repetición.
8. Pasadas las 48 horas se realizó el recuento de colonias, con la ayuda del equipo contador de colonias.
9. Se escogió las placas que tenían menos de 300 colonias. Se contabilizaron las colonias que se obtuvieron en cada una de las placas y se calculó el número de unidades formadoras de colonias presentes.

- *Staphylococcus aureus*

Este microorganismo es un aerobio facultativo, son gran positivos y son cocos presentándose en racimo pares o solos, generalmente los estafilococos están en las fosas nasales, la pie, heridas de humanos y otros mamíferos. Estos provocan severas intoxicaciones en el hombre (Zendejas et al., 2014).

Durante su cocción pues acabar con estos microorganismos, pero su sola presencia se debe a mala manipulación, inadecuada conservación, poca refrigeración, pero también significa que un recuento mínimo no significa ausencia ya que puede haber reducido en número más pequeño por su etapa del proceso (González, 2018). Los *Staphylococcus aureus* tienen un pH neutro, temperatura de 30 °C y no es desafiante en presencia de otros microorganismos (Obregón y Zambrano, 2017).

Se analizó este microorganismo por recuento de colonia mediante técnica de siembra a profundidad, empleando el medio de cultivo manitol salado, siguiendo los siguientes pasos, tal como indica (International Standard Organization ISO 6888-1: 1999, 2013).

1. Se pesó 10 g de filete de trucha correspondiente a cada tratamiento. Siendo un total de 30 muestras a analizar por repetición.
2. Cada muestra pesada fue añadida en un matraz de 250 mL de capacidad. Añadiéndose 90 mL de salina fisiológica estéril. Este matraz pasó a ser la dilución 10^{-1} .
3. En un tubo de ensayo, con tapa rosca, se añadieron 9 mL de salina fisiológica estéril + 1 mL de dilución 10^{-1} , para obtener la dilución de 10^{-2} .
4. En otro tubo, se añadió igualmente 9 mL de salina fisiológica estéril + 1 mL de la dilución 10^{-2} obtenido así la dilución 10^{-3} .

5. Luego, se tomó con una pipeta de vidrio 1 mL de cada dilución (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) para agregar a cada placa Petri. Obteniendo aquí 3 placas Petri de un tratamiento.
6. Se vertió 20 a 25 mL aproximadamente de Agar Manitol Salado a cada placa Petri y se homogenizó en “X”. Se guardó hasta que se solidifique el medio de cultivo para que la placa sea envuelta con papel bond.
7. Una vez completado el paso anterior, se llevan las muestras a incubar por 48 horas a 37 °C. Obteniendo aquí 30 placas sembradas por repetición.
8. Pasadas las 48 horas se realizó el recuento de colonias, con la ayuda del equipo contador de colonias.
9. Para confirmar la presencia de este microorganismo se procedió a identificar el crecimiento de colonias amarillas.
10. Se picó la colonia y se realizó la tinción de Gram, corroborando al final en el microscopio, marca: Euromex modelo: bioblue 1000X BB4260, el crecimiento de racimos de cocos de color morado. Además de ello, se comprobó catalasa positiva. Todos estos resultados arrojaron que hubo presencia de *Staphylococcus aureus*.

Tinción de Gram

1. Se selecciona 1 colonia de cada placa Petri.
2. En una lámina porta objetos se colocó la colonia seleccionada y se flameó de 2 a 3 veces sobre la llama de un mechero.
3. Se añadió de 1 a 2 gotas de cristal violeta y se dejó reposar 1 a 2 minutos.
4. Se lavó el sobrante de cristal violeta con agua destilada y se flameó de 2 a 3 veces.
5. Luego se añadió el aceite de inmersión de 1 a 2 gotas.
6. Se colocó el cubreobjetos y se llevó a analizar al microscopio a 100x.

• *Salmonella sp*

Bacilo Gram negativo, con comportamiento anaerobio facultativo, alojándose en el tracto intestinal de animales sanos y personas. Las heces son el principal contaminante en los alimentos y el agua; es por ellos que una persona cuando ingiere alimentos o agua contaminados le causa una infección gastrointestinal conocida como “salmonelosis” (Mora, 2018).

Su proliferación es a causa de la temperatura y el tiempo, por lo que requiere en alimentos frescos una refrigeración rápida de 5.2 °C como mínimo para evitar se multiplique; requiere de un pH de 3.8 a 9.5 y una actividad de agua en 0.93 a >0.99 como máximo (Elika, 2021).

Se analizó este microorganismo por recuento de colonia mediante técnica de siembra a profundidad, empleando el medio de cultivo CHROMagar Salmonella plus supplement, siguiendo los siguientes pasos, tal como indica (The chromogenic media Pioneer, 2022).

1. Se pesó 25 g de filete de trucha correspondiente a cada tratamiento. Siendo un total de 10 muestras a analizar por repetición.
2. Cada muestra pesada fue añadida en un matraz de 250 mL de capacidad. Añadiéndose 225 mL de agua destilada.
3. Cada matraz fue envuelto con papel bond, amarrado con hilo pabilo y rotulado según su tratamiento respectivo.
4. Se llevaron a incubar los matraces a una temperatura de 37 °C por un tiempo de 24 horas.
5. Por otro lado, se preparó caldo selenito y se agregó 9 mL en cada tubo de ensayo.
6. Pasado las 24 horas de incubación de los matraces, se pipeteó 1 mL y se colocó en su tubo de ensayo respectivo.
7. Los tubos de ensayo fueron llevados a incubar a una temperatura de 37 °C por un tiempo de 24 horas.
8. Al día siguiente, se preparó el medio de cultivo y se vertió en cada placa Petri, se esperó a que solidifique.
9. Una vez cumplido el tiempo de incubación de los tubos de ensayo, se sacó una asada y se sembró por agotamiento en cada placa. Obteniendo aquí 30 placas en total.
10. Realizado el paso anterior, se llevaron a incubar todas las placas sembradas a una temperatura de 37 °C por un tiempo de 24 horas.
11. Luego de este tiempo, se pasó al conteo de colonias, a identificar colonias color Malva.
12. Para corroborar la presencia o ausencia de *Salmonella* sp se procedió a realizar una reacción bioquímica, con agar Triple Sugar Iron (TSI), Simmons Citrato (SC) y Sulfide Indole Motility (SIM).

Reacción bioquímica

De las placas que se detectaron la coloración malva se picaron para ser identificadas por la prueba bioquímica.

1. En tubos de ensayo estériles con tapa rosca, se vertió los medios de cultivo y se inclinan en un ángulo aproximado de 45°, y se esperó a ser solidificado el agar, a esta inclinación se le conoce como pico de flauta.
2. Solidificado el agar e identificado la colonia, con un asa bacteriológica en punta se tomó la colonia y se picó en los tubos, terminando la siembra estriándose en el pico de flauta,
3. Se lleva a incubar los tubos de ensayo a 37 °C por 24 horas.
4. Se interpretaron los resultados según los medios de cultivo.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS AGAR TSI.

Estudiar el color del medio de cultivo y la producción de gas:

- ✓ Zona alcalina/profundidad ácida (pico rojo/fondo amarillo): el microorganismo únicamente fermenta la glucosa.
- ✓ Superficie ácida/Profundidad ácida (pico amarillo/fondo amarillo): el microorganismo fermenta lactosa, glucosa y/o sacarosa.
- ✓ Zona alcalina/Profundidad alcalina (pico rojo/fondo rojo): el microorganismo es no fermentador de azúcares.
- ✓ La aparición de burbujas o la separación del medio de cultivo indican que el microorganismo produce gas.
- ✓ El ennegrecimiento del medio señala que el microorganismo produce ácido sulfhídrico (Laboratorios Britania, 2021)

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL AGAR SC

- ✓ Positivo: crecimiento bacteriano con un intenso color azul en el pico de flauta.
- ✓ Negativo: ausencia de crecimiento y permanencia del color verde del medio de cultivo (Laboratorios Britania, 2011)

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL AGAR SIM MEDIO

Estudiar la movilidad y el color del medio de cultivo. Luego realizar la prueba de indol.

- ✓ Movilidad:
 - Resultado positivo: aparición de turbidez o crecimiento más allá de la línea de siembra.
 - Resultado negativo: crecimiento únicamente en la línea de siembra.
- ✓ Producción de SH₂:
 - Resultado positivo: ennegrecimiento del medio de cultivo a lo largo de la línea de siembra o en todo el medio.
 - Resultado negativo: el medio se mantiene sin cambio de color.
- ✓ Prueba del indol: Agregar al medio de cultivo 3 a 5 gotas de Indol Reactivo
 - Resultado positivo: color rojo.
 - Resultado negativo: el color del reactivo revelador se mantiene incoloro-amarillento (Laboratorio Britania, 2001).

• *Escherichia coli*

La *E. coli*, bacilo gram negativo, anaerobio facultativo de la familia Enterobacteriaceae; forma parte de la flora normal del intestino del hombre y los animales de sangre caliente, constituyendo una de las especies bacterianas más abundantes.

En gran parte de los tipos de *E. coli* son inocuos y son parte de un tracto intestinal sano. Sin embargo, algunos causan enfermedades severas, como infecciones urinarias, diarrea, enfermedades respiratorias e infecciones del torrente sanguíneo. Los tipos de *E. coli* causan enfermedades que se transmiten a través del agua o los alimentos contaminados, del contacto con personas o animales (Centros para el control y la prevención de enfermedades, s/f; Instituto Nacional de Alimentos, s/f).

Se analizó este microorganismo por recuento de colonia mediante técnica de siembra a profundidad, empleando el medio de cultivo EC MEDIUM with MUG, siguiendo los siguientes pasos, tal como indica (Valenzuela, 2001).

1. Se pesó 10 g de filete de trucha correspondiente a cada tratamiento. Siendo un total de 30 muestras a analizar.
2. Cada muestra pesada fue añadida en un matraz de 250 mL de capacidad. Añadiéndose 90 mL de salina fisiológica estéril. Este matraz pasó a ser la dilución 10^{-1} .
3. En un tubo de ensayo, con tapa rosca, se añadieron 9 mL de salina fisiológica estéril + 1 mL de dilución 10^{-1} , para obtener la dilución de 10^{-2} .
4. En otro tubo, se añadió igualmente 9 mL de salina fisiológica estéril + 1 mL de la dilución 10^{-2} obtenido así la dilución 10^{-3} .
5. Luego, se tomó con una pipeta de vidrio 1 mL de cada dilución (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) para agregar a cada placa Petri. Obteniendo aquí 3 placas Petri de un tratamiento.
6. Se vertió 20 a 25 mL aproximadamente de EC MEDIUM a cada placa Petri y se homogenizó en "X". Se aguardo hasta que se solidifique el medio de cultivo para que la placa sea envuelta con papel bond.
7. Una vez completado el paso anterior, se llevan las muestras a incubar por 48 horas a 37 °C. Obteniendo aquí 30 placas sembradas por repetición.
8. Pasadas las 48 horas se procedió a identificar las colonias, agregándose una gota de indol directo en la placa.
9. El resultado fue negativo en *Escherichia coli* y cero en UFC.

Control de pH en los filetes de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris)

Este parámetro fisicoquímico se realizó de acuerdo con el método AOAC 981.12., según Association of Official Analytical Chemists (1990).

En un vaso de precipitación de 50 mL se colocó 10 g muestra de trucha (pulpa y piel), se añadieron 10 mL de agua destilada y se dejó en reposo por 15 minutos, con agitaciones suaves. Transcurrido el tiempo, el pH fue medido con un pH-metro, marca: Metrohm, modelo: 913 pH Meter, los valores fueron reportados con dos decimales.

2.4. Diseño experimental

La presente investigación es de tipo experimental ya que se manipulará las variables independientes, dilución de agua ozonizada (O) y tiempo de inmersión (T), para conocer la relación causa-efecto sobre las variables dependientes, capacidad antimicrobiana, características fisicoquímicas del filete de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris).

Esta investigación corresponde a un tipo factorial 3O x 3T, con tres (3) repeticiones por cada tratamiento resultante.

Tabla 3

Número de tratamientos según diseño experimental

Concentración Ozono, ppm (O)	Tiempo de inmersión, s. (T)		
	T ₁	T ₂	T ₃
O ₁	O ₁ T ₁	O ₁ T ₂	O ₁ T ₃
O ₂	O ₂ T ₁	O ₂ T ₂	O ₂ T ₃
O ₃	O ₃ T ₁	O ₃ T ₂	O ₃ T ₃

Leyenda:

O : Dilución de agua ozonizada

O₁ : Dilución a 0.5 ppm

O₂ : Dilución a 1.5 ppm

O₃ : Dilución a 2.5 ppm

T : Tiempo de Inmersión

T₁ : 30 s

T₂ : 60 s

T₃ : 90 s

Así mismo, se consideró una muestra testigo la cual no fue sometida a la acción de ninguna de las variables independientes, pero sí fue analizada microbiológicamente semana a semana.

2.5. Análisis de datos

Para el análisis de datos fisicoquímicos y microbiológicos, se utilizó el programa Microsoft Excel, para representar gráficamente los promedios de cada uno de los indicadores incluyendo sus respectivos límites estipulados. Además, mediante el software estadístico R Project en su versión 4.2.2, se realizó el análisis de varianza ANOVA y las pruebas de significancia de medias de Tukey, considerando un nivel de confianza del 95%.

III. RESULTADOS

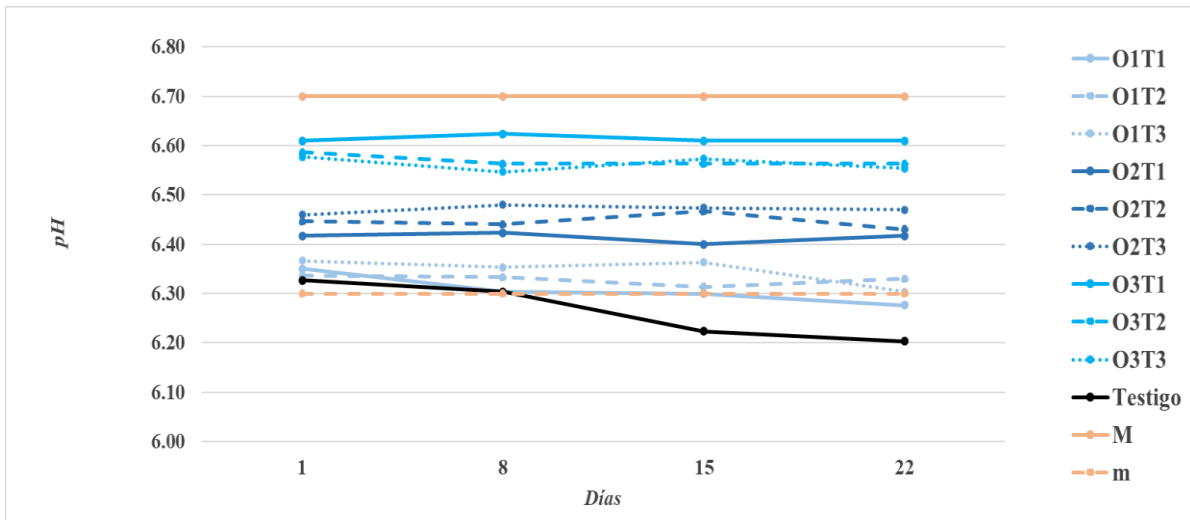
Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico, a excepción de los resultados de los microorganismos *Salmonella* sp y *Escherichia coli* ya que en ellos no hubo crecimiento en placas, se determinó ausencia y 0 UFC/g, respectivamente.

Registro de pH de los filetes de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) durante el almacenamiento

En la figura 2 se tiene representado el promedio de los niveles de pH de cada tratamiento a través de los días de observación; así como los valores mínimo y máximo (6.3 y 6.7), establecidos según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1998). Se puede ver que, en cada uno de los días observados, los niveles de pH del testigo están por debajo del mínimo establecido, así como el tratamiento O1T1 para el día 22. Mientras que, para los tratamientos restantes, en cada día el pH obtenido se encuentra dentro de los límites mencionados.

Figura 2

Evolución del pH en los tratamientos evaluados.



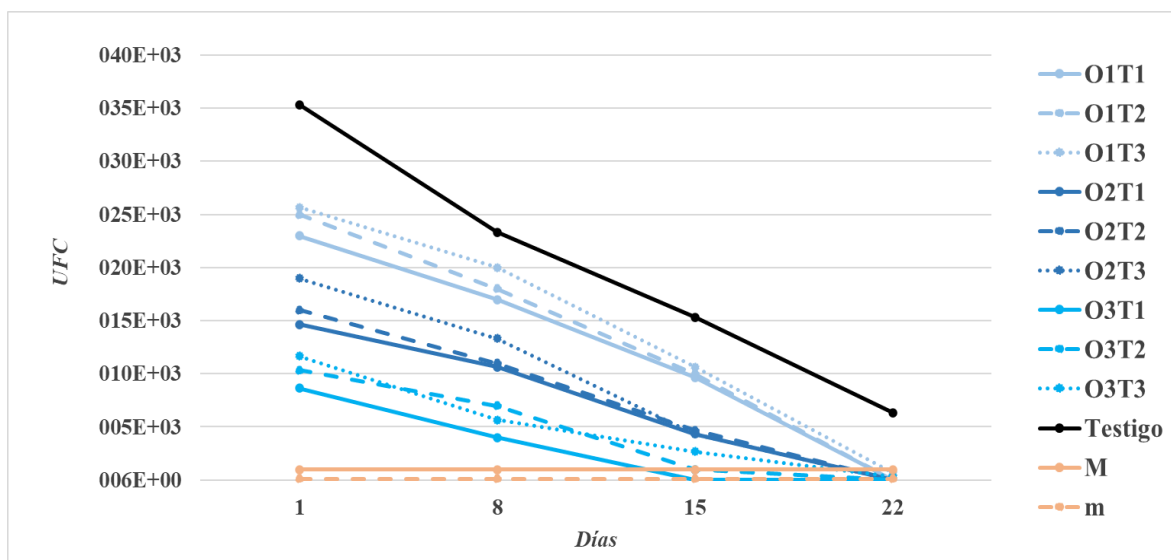
Nota: La figura muestra la evolución del pH de los filetes de trucha de acuerdo al tratamiento sometido. M representa el máximo nivel de pH y m indica el mínimo nivel de pH, siendo considerado el espacio que se ubica entre ellas como la zona aceptable, según los datos obtenidos por Suárez et al., 2007; Vargas (2014).

Efecto antimicrobiano del agua ozonizada en los filetes de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) respecto a *Staphylococcus aureus*.

En la figura 3, se ha graficado la evolución de los promedios de UFC/g de *Staphylococcus aureus* para cada tratamiento, a través de los días de observación. Se observa que, a través de los días, la presencia de esta bacteria disminuye en todos los tratamientos, incluyendo el testigo. Para el último día de observación se puede ver que todos los tratamientos los niveles de *Staphylococcus aureus* se localizan dentro de los límites establecidos, a excepción del testigo, cuyo nivel al finalizar el estudio es aún elevado.

Figura 3

Evolución de Staphylococcus aureus en los tratamientos evaluados.



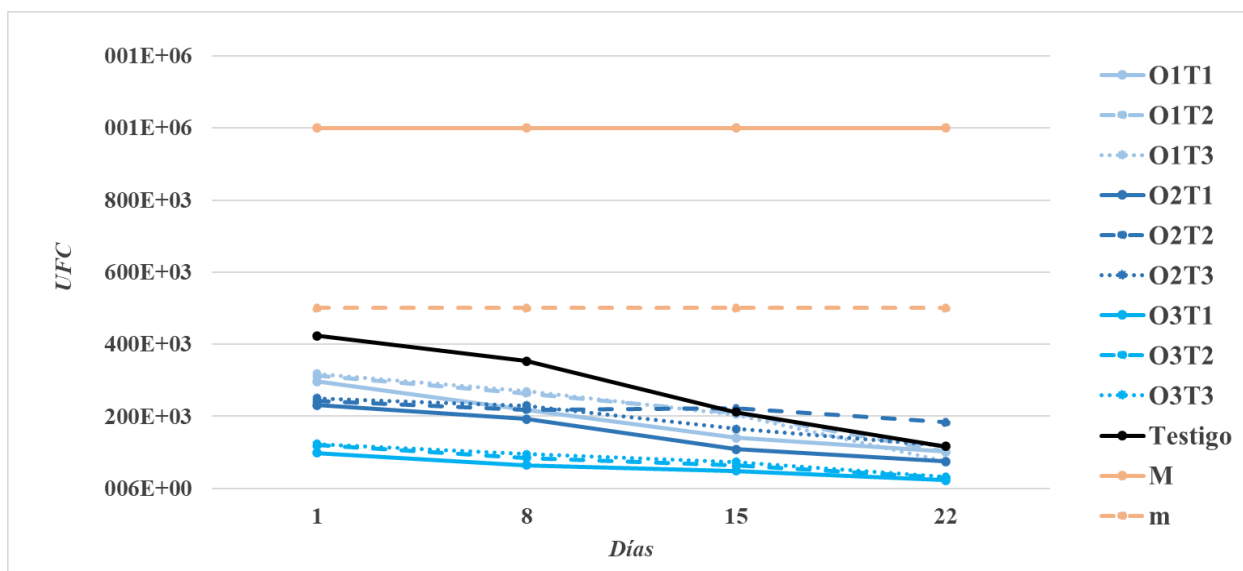
Nota: La figura muestra la evolución del crecimiento de *Staphylococcus aureus* en los filetes de trucha de acuerdo al tratamiento sometido. M representa el máximo nivel de UFC/g y m indica el mínimo nivel de UFC/g, siendo considerado el espacio que se ubica entre ellas como la zona aceptable, según la Norma Técnica Peruana 041.001.2019 (2019),

Efecto antimicrobiano del agua ozonizada en los filetes de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) respecto a *mesófilos aerobios*.

El comportamiento de los promedios de *Mesófilos aerobios* en cada tratamiento, a través de los días de observación, se muestra en la figura 4. En la cual se puede ver que, desde el día inicial de observación, hasta finalizar el estudio, la presencia de este microorganismo se ha encontrado por debajo de los límites establecidos en todos los tratamientos, incluyendo el testigo; siendo los tratamientos O3T1, O3T2 y O3T3 los que han presentado menor actividad.

Figura 4

Evolución de desarrollo en UFC/g de Mesófilos aerobios viables según los tratamientos evaluados.



Nota: La figura muestra la evolución del crecimiento de Mesófilos aerobios viables en los filetes de trucha de acuerdo al tratamiento sometido. M representa el máximo nivel de UFC/g y m indica el mínimo nivel de UFC/g, siendo considerado el espacio que se ubica entre ellas como la zona aceptable, según la Norma Técnica Peruana 041.001.2019 (2019).

Evidenciando gráficamente la presencia de posibles diferencias entre tratamientos en cada uno de los indicadores evaluados, se realizó el análisis de varianza para cada una de las determinaciones. Los resultados se tienen en la tabla 4, en el que se puede ver que, considerando un nivel de significancia del 5%, se ubicaron diferencias significativas entre los tratamientos para cada uno de los indicadores evaluados ($p\text{-valor} = 0.0000 < 0.05$).

Tabla 4

Análisis de varianza de las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas para los tratamientos evaluados.

Indicadores	F	GL	P-valor
pH	167.8558	9	0.0000
<i>Staphylococcus aureus</i>	39.8522	9	0.0000
<i>Mesófilos aerobios</i>	53.0682	9	0.0000

Posterior al análisis de varianza, en el que se detectaron diferencias significativas, se lleva a cabo la prueba de Tuckey para determinar los grupos de tratamientos con valores similares para da indicador evaluado.

En la tabla 5, se tienen los resultados de la prueba de Tukey para los valores de *pH*, considerando un nivel de significancia del 5%. Se puede visualizar que el tratamiento O3T1 se diferencia significativamente del resto de tratamientos, siendo el que presentó mayor nivel de *pH*. Mientras que el testigo es el que presenta los menores valores, diferenciándose significativamente del resto de tratamientos.

Tabla 5

Prueba de Tukey. Agrupamiento de tratamientos según valores de *pH*.

Tratamientos	Promedio	Grupos
O3T1	6.61	a
O3T2	6.57	b
O3T3	6.56	b
O2T3	6.47	c
O2T2	6.45	c d
O2T1	6.41	d
O1T3	6.35	e
O1T2	6.33	e
O1T1	6.31	e
Testigo	6.26	f

En la tabla 6, se tienen los resultados de la prueba de Tukey para el comportamiento de *Staphylococcus aureus*, considerando un nivel de significancia del 5%. Se puede visualizar que los tratamientos O3T1, O3T2 y O3T3 conforman un grupo con valores similares, los cuales presentan la menor actividad bacteriana; mientras que el testigo es el extremo opuesto a ese

resultado, pues se diferencia significativamente del resto de tratamientos, presentando los mayores niveles de *Staphylococcus aureus*.

Tabla 6

Prueba de Tukey. Agrupamiento de tratamientos según valores de Staphylococcus aureus.

Tratamientos	Promedio	Grupos
O3T1	3.17E+03	a
O3T2	4.58E+03	a b
O3T3	5.08E+03	a b
O2T1	7.42E+03	b c
O2T2	7.92E+03	b c
O2T3	9.17E+03	c d
O1T1	1.24E+04	d e
O1T2	1.33E+04	e
O1T3	1.43E+04	e
Testigo	2.01E+04	f

Los resultados de la prueba de Tukey para el comportamiento de *Mesófilos aerobios* se tienen en la tabla 7. El grupo de menor actividad microbiana está formado por los tratamientos O3T1, O3T2 y O3T3; mientras que el testigo es el que presenta los valores superiores de *Mesófilos aerobios*, diferenciándose significativamente del resto de tratamientos.

Tabla 7

Prueba de Tukey. Agrupamiento de tratamientos según valores de Mesófilos aerobios.

Tratamientos	Promedio	Grupos
O3T1	5.87E+04	a
O3T2	7.48E+04	a
O3T3	8.11E+04	a
O2T1	1.52E+05	b
O1T1	1.89E+05	b c
O2T3	1.91E+05	b c
O2T2	2.17E+05	c
O1T3	2.17E+05	c
O1T2	2.22E+05	c
Testigo	2.76E+05	d

IV. DISCUSIÓN

El ozono es un biocida bastante efectivo gracias a su poder oxidante (Pérez-Calvo, 2019), empleado en verduras, frutas y pescado (Dobeic, 2017), su capacidad oxidante reduce o inhibe microorganismos (Saroei et al., 2019). Concentraciones bajas son suficientes para inactivar mohos, virus, bacterias, levaduras y parásitos, pero esto también varía con el tiempo de inmersión y el estado fisiológico del cultivo, la temperatura, el pH del medio y humedad (Yousef et al., 1999).

El pH es un factor muy importante para evaluar la vida útil del pescado y fundamental para comercializarla. Según Suárez et al. (2007) el pescado empieza a ablandarse pasada las 24 horas de almacenamiento en frío. En el transcurso de los análisis de esta investigación, se llevó un registro de pH. En la figura 2, se puede observar que el grupo de filetes ozonizados a una concentración de 2.5 y 1.5 ppm sobresalen respectivamente a lo largo de todos los días. Además, se observa en el día uno, que el tratamiento O1T1 y la muestra Testigo se encuentran casi al límite mínimo de pH, y al octavo día llegan a 6.3, iniciando en ese punto el deterioro del filete de trucha para la muestra Testigo, la cual sigue bajando en el transcurso de los días. El tratamiento O1T1 empieza a descender en el día dieciséis aproximadamente, mientras que el tratamiento O1T3, en el día veintidós. Suárez et al. (2007) indican que el pH del músculo de un pescado inmediatamente después de la captura es cercano a 7, conforme el pasar de los días va descendiendo a valores de 6,5 o inferiores, datos que contrastan con los obtenidos en esta investigación. Sin embargo, la Red de Seguridad Alimentaria Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (2020) manifiesta que el pH es un parámetro fisicoquímico poco preciso para concluir que el pescado está fresco y de buena calidad, o está deteriorado. Con todo ello, se puede concluir que el ozono sí influye en mantener el pH en los filetes de trucha arco iris, sin embargo, no se puede indicar que la muestra Testigo, aun por debajo del 6.3 esté deteriorado, para hablar de ello haría falta más registros de parámetros fisicoquímicos (Nitrógeno básico volátil total, contenido de sodio, fósforo total, histamina, humedad, proteínas) y un análisis sensorial para evaluar color, olor, sabor y textura.

En cuanto al efecto del agua ozonizada sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* en filetes de trucha, se encontró que, al primer y octavo día, los recuentos microbiológicos de los tratamientos se encontraron por encima del límite máximo (10^3 UFC/g) según la NTP

041.001.2019. Pescado fresco., siendo el tratamiento con 2.5 ppm de ozono por 30 s (O3T1) el que posee menor recuento de unidades formadora de colonia (9×10^3 UFC/g); siendo la muestra Testigo, la que reportó la mayor cantidad de colonias (35×10^3 UFC/g). A partir del día quince de refrigeración dos tratamientos se encontraron dentro de los límites mínimo y máximo, el tratamiento O3T1 y O3T2 con 0 UFC/g y 10^3 UFC/g, respectivamente.

En el día veintidós, todos los tratamientos, a excepción de la muestra Testigo reportaron recuentos menores a 10^3 UFC/g, de acuerdo a la norma técnica peruana; resultados que se asemejan a los obtenidos por Espinosa (2015), quien indica que el ozono a concentraciones menores de 1 ppm no pudo reducir la carga microbiana (*Staphylococcus aureus*) en su totalidad de los filetes de Dorada (*Sparus aurata*) sumergiendo en agua ozonizada por 10 minutos. Da Silva et al. (1997) manifiesta que el ozono a bajas concentraciones no es capaz de disminuir recuentos de *Staphylococcus aureus*. Sin embargo, estudios del grupo Cosemar Ozono (2022) sí notaron una disminución de la carga microbiana a una concentración de 0.75 ppm en mejillones por 10 minutos. Medeiros y Gonçalves (2013) indican que cuando las concentraciones de ozono son mayores que 2.5 ppm pueden acrecentar la calidad del pescado refrigerado, y Parra-Córdova et al. (2020) confirman que a una concentración de 2,5 ppm de ozono y 15 minutos obtuvieron 10 UFC/g de *Staphylococcus aureus* en filetes de pescado Dorado, estos valores se encontraron dentro de sus límites de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE: INEN 183:2013. Con esto se puede concluir que las concentraciones de ozono (0.5 y 1.5 ppm) y/o el tiempo de inmersión (30, 60 y 90 s) fueron suficientes para eliminar un 25% aproximadamente el crecimiento de estos microorganismos sobre los filetes de trucha arco iris, en el día uno de refrigeración, aun así, no fue suficiente para considerarse dentro de los rangos aceptados por la NTP 041.001.2019. Pescado fresco. Para este microorganismo sobresale el tratamiento O3T1.

Los *mesófilos aerobios* se estudian como referencia a la contaminación total (desde la manipulación en las piscigranjas, transporte, procesamiento primario hasta la manipulación en laboratorio), en cuanto al efecto del agua ozonizada sobre el crecimiento de *mesófilos aerobios* en filetes de trucha de esta investigación, todos los tratamientos se mantuvieron por debajo del límite mínimo (5×10^5 UFC/g) que indica la NTP 041.001.2019, incluso la muestra testigo, aun así es la que más sobresale con unidades formadoras de colonias (4.23×10^5 UFC/g) casi al límite máximo.

El tratamiento con menos unidades formadoras de colonias fue el O3T1. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Medeiros y Gonçalves (2016), quienes concluyen que para la tilapia del Nilo redujeron en su mayoría los *mesófilos aerobios* empleando 0.5 ppm de ozono en agua por 15 minutos, y también similares a los resultados de Zhao et al. (2015) pero sumergiendo durante 30 min. Se concluye que el tratamiento de agua ozonizada sobre *mesófilos aerobios* tiene una alta efectividad, reduciendo un 77% de UFC/g de este microorganismo. Además, se puede concluir que la contaminación total descrita al inicio de este párrafo, ha sido la adecuada para la obtención de filetes de trucha arco iris.

Los microorganismos *Salmonella sp* y *Escherichia coli*, no existieron crecimientos de colonias en ningún tratamiento ni en la muestra testigo. Al igual que Tomita et al.(2010), no hubo presencia de coliformes fecales en sus filetes de merluza, y Periago et al. (2016), el ozono demostró su poder bactericida ante estos microorganismos, encontrando ausencia en *Salmonella sp*.



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Conclusión general

Tras el análisis de laboratorio se concluye que el agua ozonizada es un buen antimicrobiano en una correcta concentración y tiempo de inmersión para trucha arco iris.

Conclusiones Específicas

- ✓ El agua ozonizada tuvo un importante efecto antimicrobiano respecto a *Staphylococcus aureus*, siendo el tratamiento con 2.5 ppm de ozono y 30 s de inmersión (O3T1) el que prevaleció sobre los demás tratamientos.
- ✓ El agua ozonizada fue muy efectiva respecto a *mesófilos aerobios*, manteniendo a todos los tratamientos por debajo del límite mínimo según la NTP 041.001.2019. Pescado fresco.
- ✓ No hubo desarrollo de UFC de *Salmonella* sp por cada 25 g de filete de trucha arco iris, en los tratamientos evaluados.
- ✓ No se reportó crecimiento de UFC en *Escherichia coli* por cada 10 g de filete de trucha arco iris, en los tratamientos evaluados.
- ✓ Se concluye que la empresa Ecofriendly Engineers S.A.C provee a sus clientes trucha arco iris libre de *Salmonella* sp y *Escherichia coli*.

5.2. Recomendaciones

Al futuro investigador:

- ✓ Determinar la presencia de ozono residual en los filetes de trucha al día 1, 8, 15 y 22 después de haber sido envasados.
- ✓ Realizar un efecto comparativo entre filetes sometidos a refrigeración y filetes sumergidos en agua ozonizada.
- ✓ Hacer el mismo estudio microbiológico, pero con otro tipo de especie de pescado.
- ✓ Realizar análisis sensorial con trucha o con otra especie después de haber realizado los análisis microbiológicos.
- ✓ Realizar un hisopado a la piel de trucha antes de ser procesada para determinar la carga microbiana con la que sale de los centros de cultivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Methods of Analysis* (15a ed.).
- Banco Central de Reserva del Perú. (2007). *Informe Económico y Social Región Cajamarca*.
- Centros para el control y la prevención de enfermedades. (s/f). *La E. coli y la seguridad de los alimentos*. 9 de agosto 2022.
- Chawla, A., Bell, J. y Janes, M. (2008). Optimization of ozonated water treatment of wild-caught and mechanically peeled shrimp meat. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 17. <https://doi.org/10.1300/J030v16n02>
- Cosemar Ozono. (2005). *Tratamiento con ozono en cocedero de mejillón*.
<https://www.cosemarozono.com/investigacion-desarrollo/estudio-eficacia-ozono-procesado-mejillon/>
- Crapo, C., Himelbloom, B., Vitt, S. y Pedersen, L. (2004). Ozone efficacy as a bactericide in seafood processing. En *Journal of Aquatic Food Product Technology* (Vol. 13, Número 1, pp. 111–123). https://doi.org/10.1300/J030v13n01_10
- Da Silva, M., Gibbs, P. y Kirby, R. (1997). Sensorial and microbial effects of gaseous ozone on fresh *Trachurus trachurus*. *Journal of Applied Microbiology* 1998, 84, 802–810.
[https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/5589/1/Sensorial and microbial effects of gaseous ozone on fresh scad %28Trachurus trachurus%29.pdf](https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/5589/1/Sensorial%20and%20microbial%20effects%20of%20gaseous%20ozone%20on%20fresh%20scad%20Trachurus%20trachurus%29.pdf)
- Dobeic, M. (2017). Ozone as a disinfectant in the food industry. En *Scientific and professional section* (4a ed.).
- Ecofriendly Engineers S.A.C. (2021). *PLAN HACCP*.
- Elika. (2021). *Salmonella*. Elika seguridad alimentaria.
- Espinosa, M. (2015). *Envasado, conservación y desarrollo de nuevos productos de dorada (Sparus aurata)* [Universidad de Murcia].
[https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/45835/1/TESIS Míriam del Carmen Espinosa Vicente.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/45835/1/TESIS%20M%C3%ADRIAM%20del%20Carmen%20Espinosa%20Vicente.pdf)
- Gokce, U., Ozunlu, O., Ergezer, H. y Karaka, H. (2019). Effects of Ozone Treatment on Microbiological Quality and Physicochemical Properties of Turkey Breast Meat. *Ozone: Science & Engineering*, 10. <https://doi.org/10.1080/01919512.2019.1653168>
- González, C. (2018). Análisis de la calidad microbiológica de los alimentos procedentes de cadenas de comida rápida. *Universidade de coruña*.

- Huss, H. (1998). El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9, p. 147).
- Instituto Nacional de Alimentos. (s/f). Guía de interpretación de resultados microbiológicos de alimentos. En *Microbiología de los Alimentos Fund.* (p. 21).
- International Standard Organization ISO 6888-1: 1999. (2013). *Microorganismos patógenos* (Vol. 2).
- Karamah, E., Ilmiyah, A. y Ismanintyas, N. (2019). The application of ozonated water to maintain the quality of tuna meat: the effect of contact time, contact temperature and ozone dosage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1, 11.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/509/1/012004>
- Laboratorio Britania. (2001). *SIM medio*. HiMedia Laboratories.
- Laboratorios Britania. (2011). Simmons Citrato Agar. *HiMedia Laboratories*, 2.
- Laboratorios Britania. (2021). *Triple Sugar Iron Agar*. HiMedia Laboratories.
- Medeiros, A. y Gonçalves, A. (2013). Potencialidade do uso de água ozonizada no processamento de peixes. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 2(1), 15–28.
<https://doi.org/10.2312/ActaFish.2014.2.1.15-28>
- Medeiros, A. y Gonçalves, A. (2016). Effect of aqueous ozone on microbial and physicochemical quality of Nile tilapia processing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 7. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13298>
- Mora, R. (2018). Aspectos relevantes sobre Salmonella sp en humanos. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 34(3), 110–122.
- Muhlisin, M., Utama, D. T., Lee, J. H., Choi, J. H. y Lee, S. K. (2016). Effects of gaseous ozone exposure on bacterial counts and oxidative properties in chicken and duck breast meat. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(3), 405–411.
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.405>
- Norma Técnica Peruana 041.001.2019. (2019). *Pescado fresco. Requisitos* (3a ed.).
- Obregón, D. y Zambrano, Z. (2017). *Evaluación microbiológica (aerobios mesófilos, bacillus cereus y staphylococcus aureus) y química - toxicológica de metales pesados (pb, hg) en leche para consumo humano en el distrito de Puente Piedra - Lima*. 104.
- Parra-Córdova, J., Acosta-Garcés, J., Escobar-Segovia, K. y Palacios-Ponce, S. (2020). *Conservation process design of fresh fish using ozone as preservative agent* (18a ed.).
<https://doi.org/10.18687>

- Passalacqua, N. y Cabrera, J. (2014). Microorganismos indicadores. En *Anmat* (Vol. 3).
- Pérez-Calvo, M. (2019). Special case of ozone (physicochemical properties, onsite generation technology). *Gases in Agro-food Processes*, 65–74. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812465-9.00006-2>
- Periago, M., Santaella, M., Martínez-Graciá, C., Navarro-González, I. y Puche, C. (2017). *Indicadores de calidad sanitaria y del deterioro en filetes de dorada (Spaurus Aurata) refrigerados sometidos a un tratamiento de agua ozonizada y sal de glicina*. 58, 45–58.
- Red de Seguridad Alimentaria Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (2020). *Relevamiento de aspectos técnicos de pH y otros parámetros de calidad establecidos por Brasil para el ingreso de productos pesqueros congelados. Valores de referencia para merluza común (Merluccius hubbsi)*.
- Rodrigues, C. (2012). *Uso del ozono en el procesamiento del pescado*. Instituto de Pesca, Santos-SP, Brasil.
- Sanjuás Rey, M. (2012). *Aplicación de sistemas avanzados para la mejora de la calidad de productos marinos refrigerados de interés comercial*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Sarooei, S. J., Abbasi, A., Shaghaghian, S. y Berizi, E. (2019). Effect of Ozone as a Disinfectant on Microbial Load and Chemical Quality of Raw Wheat Germ. *Ozone: Science and Engineering*, 41(6), 562–570. <https://doi.org/10.1080/01919512.2019.1642181>
- Suárez, H., De Francisco, A., Beirão, L., Pardo, S. y Cortés, M. (2007). Pérdida de textura post mortem de la carne de pescado durante el almacenamiento en frío. *Acta Biológica Colombiana*, 12(1), 3–18.
- Tantaleán, R. (2014). *Proyecto de inversión para la instalación de una piscigranja de truchas en el Centro Poblado Menor El Campamento en la provincia de Chota, Cajamarca, Perú* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/104>
- The chromogenic media Pioneer. (2022). *CHROMagar TM Salmonella*.
- Tomita, R., Furlan, E., Rodrigues, C., Lemos, M. y Moron, T. (2010). *Utilização do ozônio como agente sanitizante no processamento do pescado*. 15. <https://www.researchgate.net/publication/270883048%0AUtilização>
- Top Ozono. (2021). *Aplicación del ozono en la manipulación de pescado*.

<https://topozono.com/aplicaciones-del-ozono/aplicacion-del-ozono-en-la-manipulacion-de-pescado-y-marisco/>

Valenzuela, A. (2001). Analisis microbiologico de alimentos. En *Direccion general de salud ambiental*.

Vargas, C. (2014). *Evaluación de la capacidad de retención de agua en la elaboración de nuggets de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Yousef, A., Kim, J.-G. y Dave, S. (1999). Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. *Journal of Food Protection*, 62(9), 1071–1087. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.9.1071>

Zendejas, G., Avalos, H. y Soto, M. (2014). Microbiología general de Staphylococcus aureus: Generalidades de patogenicidad, metodos de identificacion. *Revista Biomed*, 25(3), 129–143.

Zhao, Y., Yang, X., Li, L., Hao, S., Wei, Y., Cen, J. y Lin, H. (2015). Chemical, microbiological, color and textural changes in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets sterilized by ozonated water pretreatment during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12746>

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros asesores, el Mg. Minchán Velayarce Hans Himbler y el Ing. Ticona Yujra Juan Antonio por no permitirnos desmayar ante cada obstáculo presente, por su incondicional apoyo y dedicación a este trabajo.

Al MSc. Rivera Salazar Christian Alexander, por su buena voluntad y asesoría por ayudarnos, guiarnos y ser partícipe de este trabajo.

Al Lic. Balbuena Campos Jhan Piere's Martín por su gran apoyo e inculcar la importancia de fortalecer la actividad estadística en este trabajo de investigación.

A los gerentes Cubas Delgado Anderson Maxwell, Serrano Chuquicahua Kelvis Alexander y López Fernández Sarita, de la empresa Ecofriendly Engineers S.A.C., co-financiadora de este arduo trabajo, gracias por confiar en nosotras, y habernos brindado su apoyo en cada obstáculo que presenciamos.

De igual manera nuestros agradecimientos a la Universidad Nacional de Jaén, por realizar convenios que ayudan mucho a estudiantes y egresados; a la carrera de Tecnología Médica, por brindarnos los espacios de sus laboratorios y poder ejecutar esta tesis; a todos los docentes que por 5 años brindaron sus valiosos conocimientos e hicieron que podamos crecer día a día como profesional.

¡Gracias!

Pasapera Campos y Ventura Chávez

DEDICATORIA

Este trabajo tuvo muchos tropiezos a lo largo de su elaboración, por suerte conté con una buena compañera, juntas hemos logrado concluirlo y estoy segura que nos auguran buenos proyectos. Dedico este resultado a mi padre celestial, al creador de todo lo bello; a la memoria de mi abuelo materno, Cirilo Campos, quien fue mi mayor ejemplo a seguir y que aún lejos de la faz de la tierra me bendice grandemente y hoy por hoy es mi ángel de la guarda. A mi abuela materna y a mi madre, por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza. A mis hermanos, por compartir conmigo momentos divertidos que ayudan a olvidar el cansancio de la rutina diaria. A mi gran campeona, mi Kendra Scarlett, ese ser chiquitito que da luz a mi vida y que me ayuda a sacar todo mi potencial.

Pasapera Campos Sandra Eloisa

El esfuerzo y dedicación hace el éxito de este trabajo, el primer paso para seguir hacia muchas metas trazadas, anhelos y sueños por cumplir, todo ello siempre con el apoyo y guía incondicional de mis amados padres, propulsores de cada triunfo, por ello todo lo logrado es para ellos y por ellos, mi hermosa familia. A nuestro señor omnipotente y creador por permitirme la vida, salud y tener la satisfacción de verme triunfar, triunfo que sin su bondad, guía y fortaleza nada de esto sería posible, ¡gracias padre celestial!

Familia, compañera de trabajo, sacrificio, compromiso y dedicación este logro es nuestro, un proyecto que al principio parecía titánico e interminable, llegó a su fin satisfactoriamente.

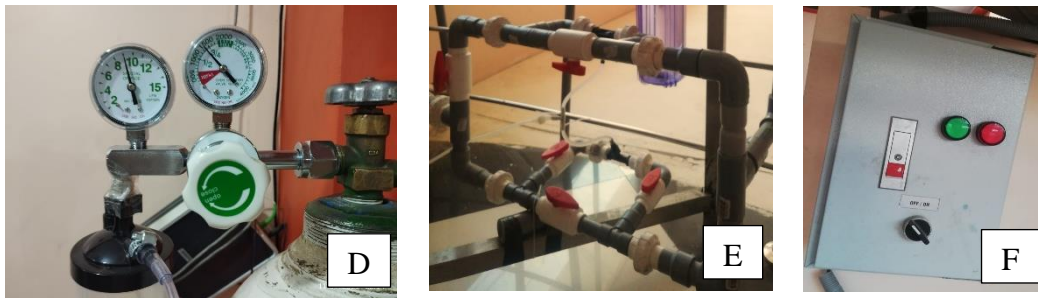
Ventura Chávez Greycy Yesabella



ANEXOS

Anexo 1


Acondicionamiento de equipos para generar el ozono adecuado para esta investigación



NOTA: Sistema para la generación que cuenta la empresa Ecofriendly Engineers S.A.C. , A: Esquema de generación de ozono, B: Generador de ozono, C: Filtro del sistema de agua en el sistema de ozono, D: Balón de oxígeno con flujómetro y velocímetro, E: Sistema Venturi, F: Caja de control del sistema.

Anexo 2

Formato de manual HACCP – PCC, para selección y clasificación de trucha.

	HACCP - PCC												Código: PFR-HACCP-01	
	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA												Versión 01	
Fecha:	Estanque:		Condición Higiénico sanitaria del Transporte:				Condición Higiénico sanitaria del Personal de descarga:							
Especie:	Hora de Inicio:		Conforme: <input type="checkbox"/>				Conforme: <input type="checkbox"/>							
Carta de Garantía:	Hora Final:		No Conforme: <input type="checkbox"/>				No Conforme: <input type="checkbox"/>							
Lote de Recepción:	Peso Recepcionado:													
ITEM A EVALUAR	MUESTRA													OBSERVACIÓN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Temperatura °C														
Pescado vivo														
Piel														
Mucosidad cutánea														
Textura de carne														
Opérculos														
Ojos														
Branquias														
Color y Olor de Branquias y abdomen														
Calificación														
Presencia de contaminantes Químicos														
												Frecuencia: Cada vez que se recepciona Materia Prima		
<p>Límite Crítico: Materia prima debe venir con Carta de Garantía, caso contrario se rechaza Se rechaza Materia prima contaminada por sustancias químicas (combustible, lubricante, pintura, etc) Se rechaza Materia prima muerta, o calificación de Calidad B o No Admitido. Temperatura de MP : < 26 °C</p>														
Supervisor de Calidad					Jefe de Calidad					Jefe de Producción				

Nota: Formato empleado para la evaluación respectiva de la trucha arco iris en la planta de procesamiento primario de la empresa (Ecofriendly Engineers S.A.C., 2021)






Anexo 3

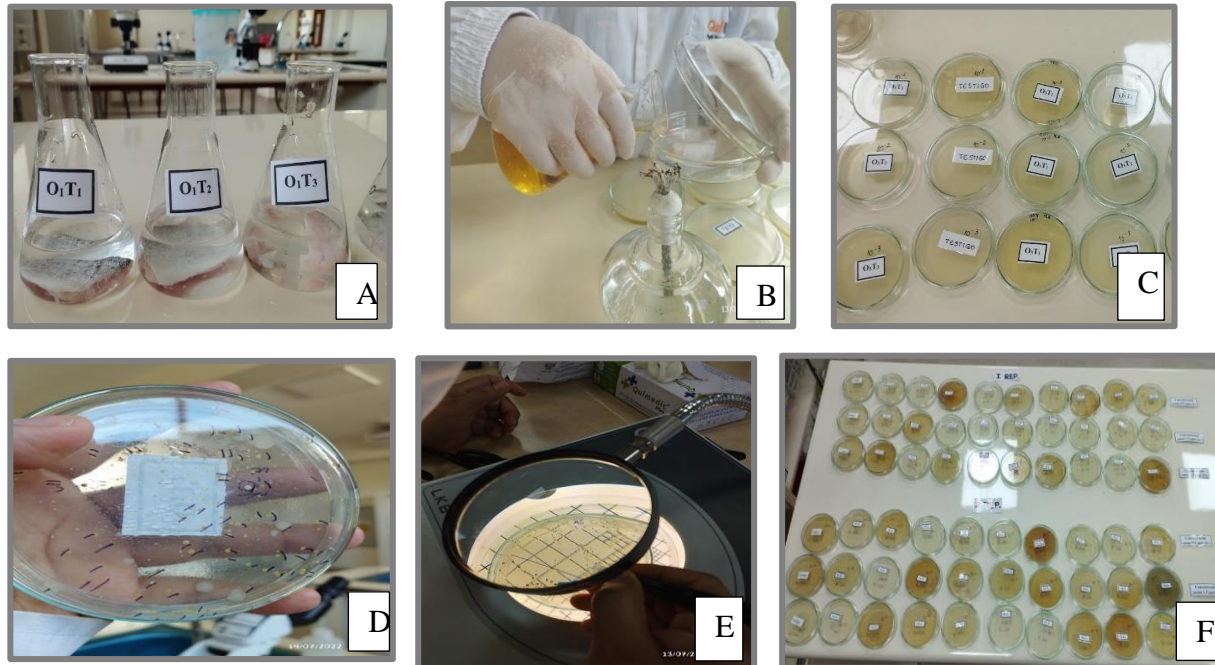
Procesamiento de Oncorhynchus mykiss (trucha arco iris) para la obtención de filetes, aplicación de ozono y empackado al vacío



Nota: Las fotografías muestran el proceso para la obtención de filetes de trucha arco iris descritas en el numeral 3.3.4. A: Recepción de materia prima, B: Evaluación organoléptica. C: Eviscerado de la materia prima. D: Lavado de la materia prima. E: fileteado de la materia prima. F: Medición de ozono mediante colorimetría en ppm. G: Inmersión de filetes de trucha en ozono. H: Rotulado y agrupación según variables de tiempo, ozono y repeticiones de los filetes.

Anexo 4

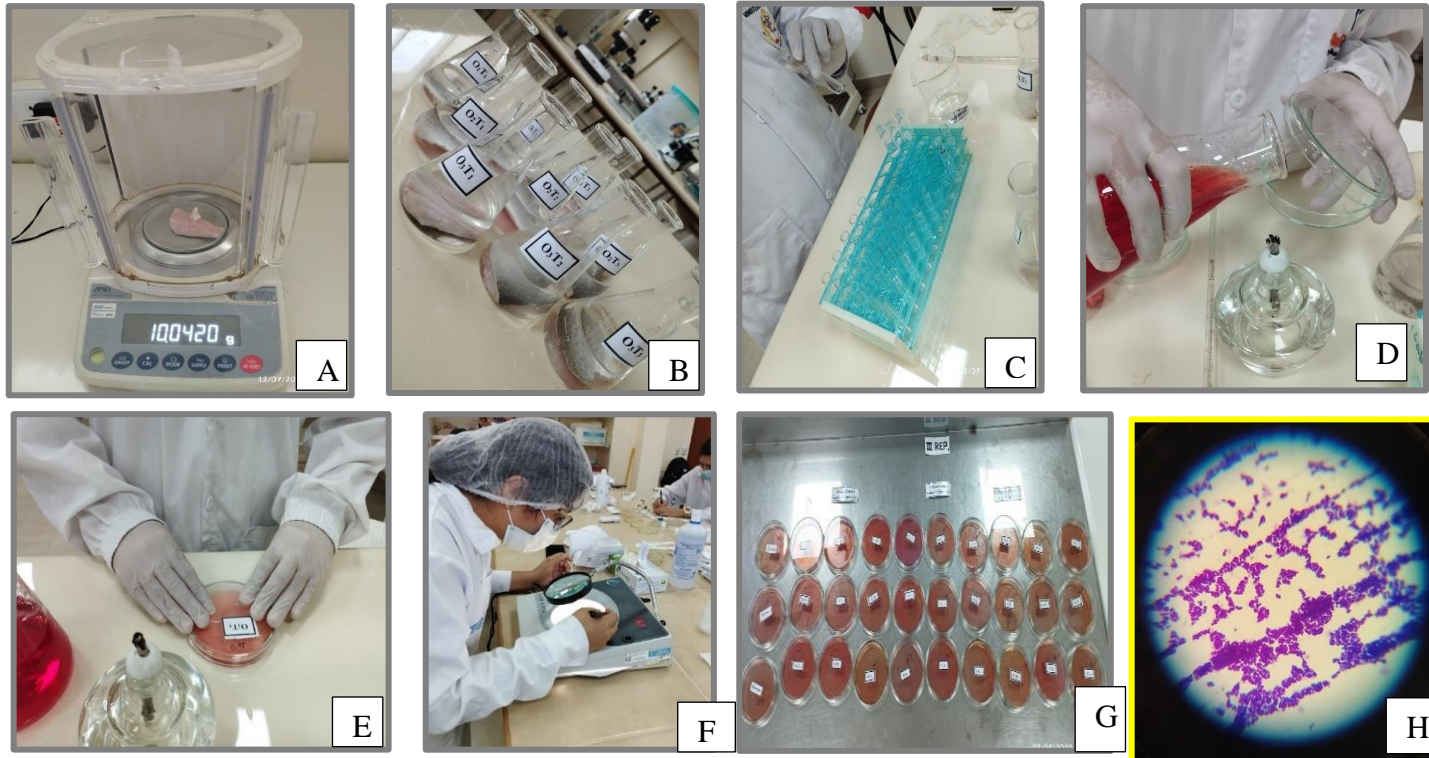
Procedimiento para la determinación de mesófilos aerobios.



Nota: Procedimiento para la determinación del crecimiento de los microorganismos *Mesófilos aerobios*, A: Matraz Erlen Meyer con solución salina fisiología más muestra de filete de trucha para repeticiones y tratamientos. B: Servido de placas Petri con agar PCA. C: Placas Petri listas para llevar a incubar con muestra más medio de cultivo, por repeticiones y tratamientos. D: Lectura y conteo a las 48 horas de incubación. E: Conteo de placas Petri en contador de colonias. F: Evidencia de placas Petri para aerobio mesófilos por repetición y tratamiento.

Anexo 5

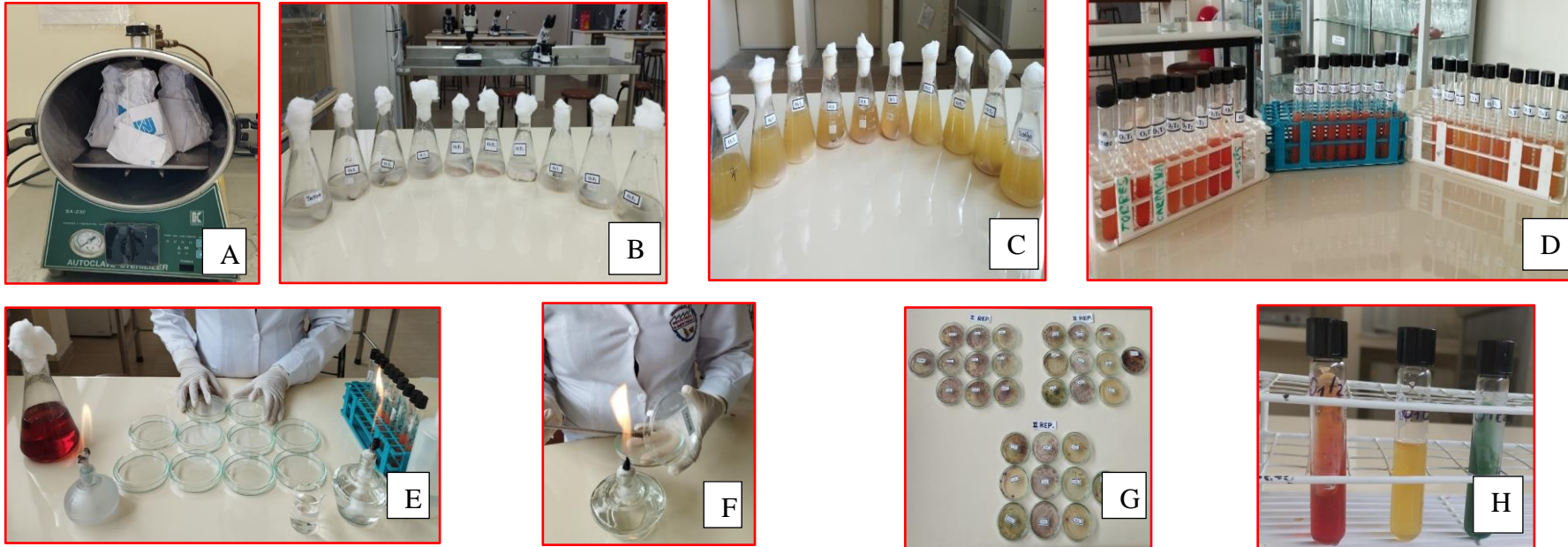
Procedimiento para la determinación de *Staphylococcus aureus*



Nota: Procedimiento para la determinación del crecimiento de los microorganismos *Staphylococcus aureus*, A: Pesado de muestras para analizar, B: Matraz Erlen Meyer con solución salina más muestra de trucha para analizar por tratamiento y repetición, C: Tubos de ensayo para diluciones de muestras por repetición y tratamiento, D: Llenado de agar manitol salado a placas Petri, E: Homogenización de agar manitol salado más inoculo, F: Conteo de colonias de placas Petri incubadas por 48 horas, G: Evidencia de placas Petri para *Staphylococcus aureus* por repetición y tratamiento, H: Observación de lectura en microscopio.

Anexo 6

Procedimiento para la determinación de *Salmonella* sp

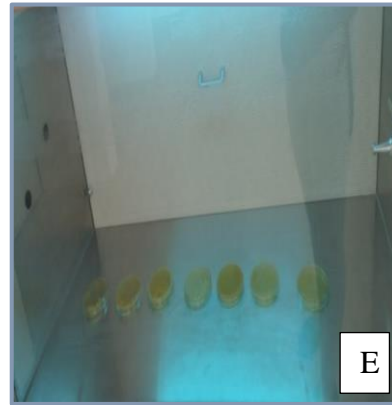
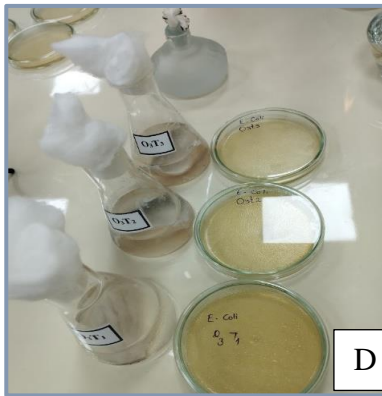
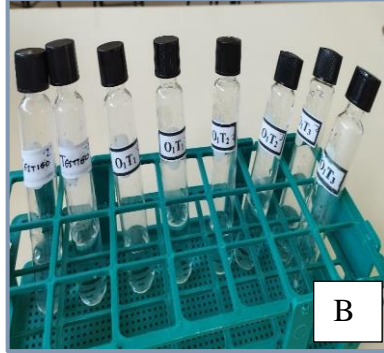
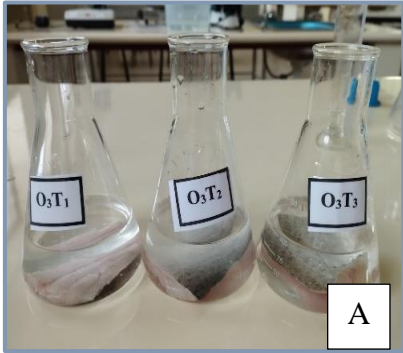


NOTA: Procedimiento para la determinación del crecimiento de los microorganismos, A: Autolavado de medio de cultivo cromo agar, B: Matraz Erlenmeyer con solución salina fisiológica más muestra de trucha, C: Matraz Erlenmeyer con caldo selenito más muestra de trucha, D: Tubos de ensayo con diluciones de muestras a analizar, E: Materiales de laboratorio para siembra de salmonella, F: Simbra de inculo en placas Petri, medio de cultivo cromo agar, G: Evidencia de placas Petri según repetición y tratamiento, H: Evidencia de reacción bioquímica (BX) para determinar presencia de salmonella.



Anexo 7

Procedimiento para la determinación de *Escherichia coli*.

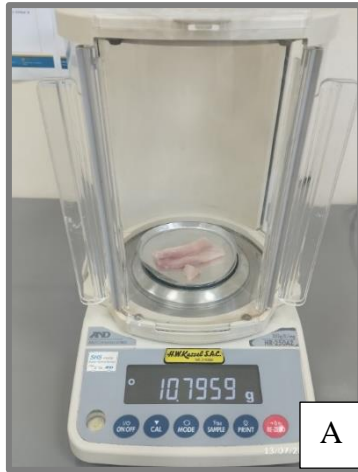


NOTA: Procedimiento para la determinación del crecimiento de los microorganismos *Escherichia coli*, A: Matraz Erlen Meyer con solución salina fisiológica más muestra de trucha, B: Tubos de ensayo para diluciones de muestras por repetición y tratamiento, C: Simbra de inculo en placas Petri con EC Medium, D: Evidencia de simbra en placas Petri, E: Lectura de e. coli según medio de cultivo, mediante luz ultra violeta.



Anexo 8

Control de pH en los filetes de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris)



A



B

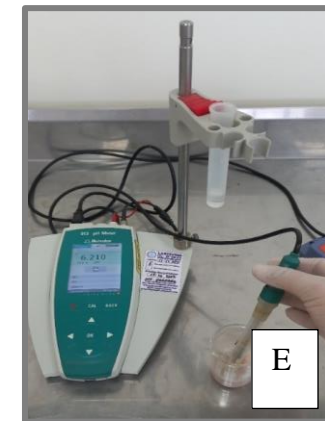


C



D

NOTA: Procedimiento para la medición de pH a los filetes de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris), A: Pesado de la muestra de trucha para pH, B: Triturado con un mortero para medición de pH, C: Muestras a analizar en el pH metro, D: Analizando las muestras en el pH-metro para resultados, E: Resultados de una de las muestras por tratamiento y repetición a analizar.



E



Anexo 9

Norma Técnica Peruana 041.001.2019. Pescado fresco. Requisitos.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 041.001
2019**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

PESCADO FRESCO. Requisitos

FRESH FISH. Requirements

2019-10-09
3ª Edición

INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

R.D. N° 018-2019-INACAL/DN. Publicada el 2019-10-17

Precio basado en 23 páginas

I.C.S.: 67.120.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Pescado, pescado fresco, eviscerado

© INACAL 2019

Tabla 1 - Criterios microbiológicos

Parámetros	Valores				Métodos de ensayo ⁽¹⁾
	n	c	m	M	
Recuento aerobios mesófilos (UFC/g)	5	2	5×10^5	10^6	ISO 4833-1 FDA/BAM ICMSF
Escherichia coli (NMP/g)	5	3	10	10^2	ISO 16649-3 FDA/BAM ICMSF
Staphylococcus aureus (UFC/g)	5	2	10^2	10^3	ISO 6888-1 ICMSF AOAC 975.55
Salmonella sp. (UFC/25 g)	5	0	Ausencia/25 g	0	ISO 6579-1 FAD/BAM ICMSF AOAC 967.25
Vibrio cholerae	5	0	Ausencia/25 g	-	ISO 21872-1 (Ausencia o presencia en 25 g) FDA/BAM (NMP/g)
Vibrio parahaemolyticus	5	0	Ausencia/25 g < 3 NMP/g	- 0	ISO 21872-1 FDA/BAM

⁽¹⁾ Se podrá utilizar otro método de ensayo normalizado o validado.

donde:

- n = es el número de unidades de muestra que deben ser analizadas;
- c = es el número máximo de defectuosos aceptados en la muestra analizada;
- M = límite máximo de especificación, por encima de este valor el lote es rechazado; y
- m = límite mínimo de especificación, valores por debajo de este valor son aceptables.

5.3 Aditivos alimentarios

Se podrán utilizar los aditivos alimentarios permitidos por la Autoridad Sanitaria Nacional Competente o en su defecto por el Codex Alimentarius, en la Norma CODEX STAN 192.

Nota: Sección de la Norma Técnica Peruana 041.001.2019 (2019) Pescado fresco. Requisitos., empleada para reconocer los límites mínimos y máximos del crecimiento de microorganismos en pescado fresco. (Pág. 16)

Anexo 10

Código de R Project, utilizado para el análisis de varianza y test de Tukey

```
7
8 data0 = as.data.frame(read_excel("datos tesis.xlsx", sheet = "DATA")) %>%
9   filter(TRATAMIENTO != "M")%>% filter(TRATAMIENTO != "m")
10
11 data0$TRATAMIENTO = as.factor(data0$TRATAMIENTO)
12 data0$INDICADOR = as.factor(data0$INDICADOR)
13 data0$DIAS_2 = as.factor(data0$DIAS)
14
15 dataSTAPHYLOCOCUS = data0 %>% filter(INDICADOR == "STAPHYLOCOCUS") |
16 attach(dataSTAPHYLOCOCUS)
17 modelo.STAPHYLOCOCUS = lm(VALUE ~ DIAS_2 + TRATAMIENTO, data = dataSTAPHYLOCOCUS)
18 a1 = summary(modelo.STAPHYLOCOCUS);b1 = as.data.frame(anova(modelo.STAPHYLOCOCUS))
19 c1 = TukeyHSD(aov(modelo.STAPHYLOCOCUS));d1 =as.data.frame(c1$TRATAMIENTO)
20
21 dataPH = data0 %>% filter(INDICADOR == "PH")
22 attach(dataPH)
23 modelo.PH = lm(VALUE ~ DIAS_2 + TRATAMIENTO, data = dataPH)
24 a2 = summary(modelo.PH);b2 = as.data.frame(anova(modelo.PH))
25 c2 = TukeyHSD(aov(modelo.PH));d2 =as.data.frame(c2$TRATAMIENTO)
26
27 dataMESOFILOS = data0 %>% filter(INDICADOR == "MESOFILOS")
28 attach(dataMESOFILOS)
29 modelo.MESOFILOS = lm(VALUE ~ DIAS_2 + TRATAMIENTO, data = dataMESOFILOS)
30 a3 = summary(modelo.MESOFILOS);b3 = as.data.frame(anova(modelo.MESOFILOS))
31 c3 = TukeyHSD(aov(modelo.MESOFILOS));d3 =as.data.frame(c3$TRATAMIENTO)
32
33 indicadores = as.data.frame(unique(data0$INDICADOR))
34
35 anova.modelos = rbind(
36   as.data.frame(cbind("Indicador" = as.vector(indicadores[3,1]),as.data.frame(b1))),
37   as.data.frame(cbind("Indicador" = as.vector(indicadores[1,1]),as.data.frame(b2))),
38   as.data.frame(cbind("Indicador" = as.vector(indicadores[2,1]),as.data.frame(b3)))
39 )
40
41 tuckey.modelos = rbind(
42   as.data.frame(cbind("Indicador" = as.vector(indicadores[3,1]),as.data.frame(d1))),
43   as.data.frame(cbind("Indicador" = as.vector(indicadores[1,1]),as.data.frame(d2))),
44   as.data.frame(cbind("Indicador" = as.vector(indicadores[2,1]),as.data.frame(d3)))
45 )
46
47 write.csv(anova.modelos,"anova_modelos.csv")
48 write.csv(tuckey.modelos,"tuckey_modelos.csv")
49
```

Nota : Código de R Project en su versión 4.2.2, utilizado para el análisis de varianza ANOVA y las pruebas de significancia de medias de Tukey, considerando un nivel de confianza del 95%.

Anexo 11

Resultados de Análisis de Varianza, para cada indicador.

Indicador	Variables	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
STAPHYLOCOCCUS	Días	3	5,65E+09	1,88E+09	227,5771	0,0000
	Tratamientos	9	2,97E+09	3,30E+08	39,8522	0,0000
	Residuos	107	8,85E+08	8,28E+06		
PH	Días	3	0,0164	0,0055	5,2098	0,0021
	Tratamientos	9	1,5893	0,1766	167,8558	0,0000
	Residuos	107	0,1126	0,0011		
MESÓFILOS	Días	3	4,11E+11	1,37E+11	111,7659	0,0000
	Tratamientos	9	5,85E+11	6,50E+10	53,0682	0,0000
	Residuos	107	1,31E+11	1,23E+09		

Nota: Resultados del análisis de varianza ANOVA, para cada microorganismo y pH evaluado en esta investigación.

Anexo 12

Resultados de la prueba post hoc de Tukey, para cada indicador

Indicador	Comparación	diff	lwr	upr	p adj
STAPHYLOCOCCUS	O1T2-O1T1	833,3333	-2961,7436	4628,4103	0,9994
	O1T3-O1T1	1833,3333	-1961,7436	5628,4103	0,8635
	O2T1-O1T1	-5000,0000	-8795,0770	-1204,9230	0,0018
	O2T2-O1T1	-4500,0000	-8295,0770	-704,9230	0,0079
	O2T3-O1T1	-3250,0000	-7045,0770	545,0770	0,1613
	O3T1-O1T1	-9250,0000	-13045,0770	-5454,9230	0,0000
	O3T2-O1T1	-7833,3333	-11628,4103	-4038,2564	0,0000
	O3T3-O1T1	-7333,3333	-11128,4103	-3538,2564	0,0000
	Testigo-O1T1	7666,6667	3871,5897	11461,7436	0,0000
	O1T3-O1T2	1000,0000	-2795,0770	4795,0770	0,9975
	O2T1-O1T2	-5833,3333	-9628,4103	-2038,2564	0,0001
	O2T2-O1T2	-5333,3333	-9128,4103	-1538,2564	0,0006
	O2T3-O1T2	-4083,3333	-7878,4103	-288,2564	0,0245
	O3T1-O1T2	-10083,3333	-13878,4103	-6288,2564	0,0000
	O3T2-O1T2	-8666,6667	-12461,7436	-4871,5897	0,0000
	O3T3-O1T2	-8166,6667	-11961,7436	-4371,5897	0,0000
	Testigo-O1T2	6833,3333	3038,2564	10628,4103	0,0000
	O2T1-O1T3	-6833,3333	-10628,4103	-3038,2564	0,0000
	O2T2-O1T3	-6333,3333	-10128,4103	-2538,2564	0,0000
	O2T3-O1T3	-5083,3333	-8878,4103	-1288,2564	0,0014
	O3T1-O1T3	-11083,3333	-14878,4103	-7288,2564	0,0000
	O3T2-O1T3	-9666,6667	-13461,7436	-5871,5897	0,0000
	O3T3-O1T3	-9166,6667	-12961,7436	-5371,5897	0,0000
	Testigo-O1T3	5833,3333	2038,2564	9628,4103	0,0001
	O2T2-O2T1	500,0000	-3295,0770	4295,0770	1,0000
	O2T3-O2T1	1750,0000	-2045,0770	5545,0770	0,8932
	O3T1-O2T1	-4250,0000	-8045,0770	-454,9230	0,0158
	O3T2-O2T1	-2833,3333	-6628,4103	961,7436	0,3291
	O3T3-O2T1	-2333,3333	-6128,4103	1461,7436	0,6100
	Testigo-O2T1	12666,6667	8871,5897	16461,7436	0,0000
	O2T3-O2T2	1250,0000	-2545,0770	5045,0770	0,9871
	O3T1-O2T2	-4750,0000	-8545,0770	-954,9230	0,0038
	O3T2-O2T2	-3333,3333	-7128,4103	461,7436	0,1371
	O3T3-O2T2	-2833,3333	-6628,4103	961,7436	0,3291
	Testigo-O2T2	12166,6667	8371,5897	15961,7436	0,0000
	O3T1-O2T3	-6000,0000	-9795,0770	-2204,9230	0,0001
	O3T2-O2T3	-4583,3333	-8378,4103	-788,2564	0,0062
	O3T3-O2T3	-4083,3333	-7878,4103	-288,2564	0,0245
	Testigo-O2T3	10916,6667	7121,5897	14711,7436	0,0000
	O3T2-O3T1	1416,6667	-2378,4103	5211,7436	0,9699
	O3T3-O3T1	1916,6667	-1878,4103	5711,7436	0,8294
	Testigo-O3T1	16916,6667	13121,5897	20711,7436	0,0000
	O3T3-O3T2	500,0000	-3295,0770	4295,0770	1,0000
	Testigo-O3T2	15500,0000	11704,9230	19295,0770	0,0000
	Testigo-O3T3	15000,0000	11204,9230	18795,0770	0,0000

Indicador	Comparación	diff	lwr	upr	p adj
PH	O1T2-O1T1	0,0208	-0,0220	0,0636	0,8579
	O1T3-O1T1	0,0392	-0,0036	0,0820	0,1028
	O2T1-O1T1	0,1067	0,0639	0,1495	0,0000
	O2T2-O1T1	0,1383	0,0955	0,1811	0,0000
	O2T3-O1T1	0,1633	0,1205	0,2061	0,0000
	O3T1-O1T1	0,3058	0,2630	0,3486	0,0000
	O3T2-O1T1	0,2617	0,2189	0,3045	0,0000
	O3T3-O1T1	0,2550	0,2122	0,2978	0,0000
	Testigo-O1T1	-0,0433	-0,0861	-0,0005	0,0446
	O1T3-O1T2	0,0183	-0,0245	0,0611	0,9294
	O2T1-O1T2	0,0858	0,0430	0,1286	0,0000
	O2T2-O1T2	0,1175	0,0747	0,1603	0,0000
	O2T3-O1T2	0,1425	0,0997	0,1853	0,0000
	O3T1-O1T2	0,2850	0,2422	0,3278	0,0000
	O3T2-O1T2	0,2408	0,1980	0,2836	0,0000
	O3T3-O1T2	0,2342	0,1914	0,2770	0,0000
	Testigo-O1T2	-0,0642	-0,1070	-0,0214	0,0002
	O2T1-O1T3	0,0675	0,0247	0,1103	0,0001
	O2T2-O1T3	0,0992	0,0564	0,1420	0,0000
	O2T3-O1T3	0,1242	0,0814	0,1670	0,0000
	O3T1-O1T3	0,2667	0,2239	0,3095	0,0000
	O3T2-O1T3	0,2225	0,1797	0,2653	0,0000
	O3T3-O1T3	0,2158	0,1730	0,2586	0,0000
	Testigo-O1T3	-0,0825	-0,1253	-0,0397	0,0000
	O2T2-O2T1	0,0317	-0,0111	0,0745	0,3414
	O2T3-O2T1	0,0567	0,0139	0,0995	0,0016
	O3T1-O2T1	0,1992	0,1564	0,2420	0,0000
	O3T2-O2T1	0,1550	0,1122	0,1978	0,0000
	O3T3-O2T1	0,1483	0,1055	0,1911	0,0000
	Testigo-O2T1	-0,1500	-0,1928	-0,1072	0,0000
	O2T3-O2T2	0,0250	-0,0178	0,0678	0,6770
	O3T1-O2T2	0,1675	0,1247	0,2103	0,0000
	O3T2-O2T2	0,1233	0,0805	0,1661	0,0000
	O3T3-O2T2	0,1167	0,0739	0,1595	0,0000
	Testigo-O2T2	-0,1817	-0,2245	-0,1389	0,0000
	O3T1-O2T3	0,1425	0,0997	0,1853	0,0000
	O3T2-O2T3	0,0983	0,0555	0,1411	0,0000
	O3T3-O2T3	0,0917	0,0489	0,1345	0,0000
	Testigo-O2T3	-0,2067	-0,2495	-0,1639	0,0000
	O3T2-O3T1	-0,0442	-0,0870	-0,0014	0,0372
	O3T3-O3T1	-0,0508	-0,0936	-0,0080	0,0077
	Testigo-O3T1	-0,3492	-0,3920	-0,3064	0,0000
O3T3-O3T2	-0,0067	-0,0495	0,0361	1,0000	
Testigo-O3T2	-0,3050	-0,3478	-0,2622	0,0000	
Testigo-O3T3	-0,2983	-0,3411	-0,2555	0,0000	

Indicador	Comparación	diff	lwr	upr	p adj
MESÓFILOS	O1T2-O1T1	32500,0000	-13677,2473	78677,2473	0,4142
	O1T3-O1T1	27916,6667	-18260,5807	74093,9140	0,6328
	O2T1-O1T1	-37333,3333	-83510,5807	8843,9140	0,2248
	O2T2-O1T1	27583,3333	-18593,9140	73760,5807	0,6487
	O2T3-O1T1	1666,6667	-44510,5807	47843,9140	1,0000
	O3T1-O1T1	-130500,0000	-176677,2473	-84322,7527	0,0000
	O3T2-O1T1	-114416,6667	-160593,9140	-68239,4193	0,0000
	O3T3-O1T1	-108083,3333	-154260,5807	-61906,0860	0,0000
	Testigo-O1T1	86833,3333	40656,0860	133010,5807	0,0000
	O1T3-O1T2	-4583,3333	-50760,5807	41593,9140	1,0000
	O2T1-O1T2	-69833,3333	-116010,5807	-23656,0860	0,0002
	O2T2-O1T2	-4916,6667	-51093,9140	41260,5807	1,0000
	O2T3-O1T2	-30833,3333	-77010,5807	15343,9140	0,4920
	O3T1-O1T2	-163000,0000	-209177,2473	-116822,7527	0,0000
	O3T2-O1T2	-146916,6667	-193093,9140	-100739,4193	0,0000
	O3T3-O1T2	-140583,3333	-186760,5807	-94406,0860	0,0000
	Testigo-O1T2	54333,3333	8156,0860	100510,5807	0,0087
	O2T1-O1T3	-65250,0000	-111427,2473	-19072,7527	0,0005
	O2T2-O1T3	-333,3333	-46510,5807	45843,9140	1,0000
	O2T3-O1T3	-26250,0000	-72427,2473	19927,2473	0,7103
	O3T1-O1T3	-158416,6667	-204593,9140	-112239,4193	0,0000
	O3T2-O1T3	-142333,3333	-188510,5807	-96156,0860	0,0000
	O3T3-O1T3	-136000,0000	-182177,2473	-89822,7527	0,0000
	Testigo-O1T3	58916,6667	12739,4193	105093,9140	0,0029
	O2T2-O2T1	64916,6667	18739,4193	111093,9140	0,0006
	O2T3-O2T1	39000,0000	-7177,2473	85177,2473	0,1756
	O3T1-O2T1	-93166,6667	-139343,9140	-46989,4193	0,0000
	O3T2-O2T1	-77083,3333	-123260,5807	-30906,0860	0,0000
	O3T3-O2T1	-70750,0000	-116927,2473	-24572,7527	0,0001
	Testigo-O2T1	124166,6667	77989,4193	170343,9140	0,0000
	O2T3-O2T2	-25916,6667	-72093,9140	20260,5807	0,7252
	O3T1-O2T2	-158083,3333	-204260,5807	-111906,0860	0,0000
	O3T2-O2T2	-142000,0000	-188177,2473	-95822,7527	0,0000
	O3T3-O2T2	-135666,6667	-181843,9140	-89489,4193	0,0000
	Testigo-O2T2	59250,0000	13072,7527	105427,2473	0,0026
	O3T1-O2T3	-132166,6667	-178343,9140	-85989,4193	0,0000
	O3T2-O2T3	-116083,3333	-162260,5807	-69906,0860	0,0000
	O3T3-O2T3	-109750,0000	-155927,2473	-63572,7527	0,0000
	Testigo-O2T3	85166,6667	38989,4193	131343,9140	0,0000
	O3T2-O3T1	16083,3333	-30093,9140	62260,5807	0,9810
	O3T3-O3T1	22416,6667	-23760,5807	68593,9140	0,8600
	Testigo-O3T1	217333,3333	171156,0860	263510,5807	0,0000
	O3T3-O3T2	6333,3333	-39843,9140	52510,5807	1,0000
	Testigo-O3T2	201250,0000	155072,7527	247427,2473	0,0000
	Testigo-O3T3	194916,6667	148739,4193	241093,9140	0,0000

Nota: Resultados de la prueba post hoc de Tukey, para cada microorganismo y pH evaluado en esta investigación.

Anexo 13

Resultados del conteo de UFC de *Escherichia coli* en EC Medium with MUG, en filetes de trucha arco iris tratados con agua ozonizada.

Tratamientos	Diluciones	I REPETICIÓN				II REPETICIÓN				III REPETICIÓN			
		Día 1	Día 8	Día 15	Día 22	Día 1	Día 8	Día 15	Día 22	Día 1	Día 8	Día 15	Día 22
Testigo	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O1T1	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O1T2	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O1T3	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O2T1	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O2T2	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O2T3	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O3T1	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O3T2	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃
O3T3	10 ⁻¹	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10	0x10
	10 ⁻²	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂	0x10 ₂
	10 ⁻³	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃	0x10 ₃

Nota: Se puede observar que no hubo crecimiento de *Escherichia coli* en los tratamientos con diferentes concentraciones de ozono y tiempos de inmersión.

60

Anexo 14

Resultados del conteo de UFC de Salmonella sp en medio CHROMagar Salmonella plus supplement, en filetes de trucha arco iris tratados con agua ozonizada.

Tratamientos	I REPETICIÓN				II REPETICIÓN				III REPETICIÓN			
	Día 1	Día 8	Día 15	Día 22	Día 1	Día 8	Día 15	Día 22	Día 1	Día 8	Día 15	Día 22
Testigo	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O1T1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O1T2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O1T3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O2T1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O2T3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O3T1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O3T2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
O3T3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota: Se puede observar que no hubo crecimiento de *Salmonella* sp en los tratamientos con diferentes concentraciones de ozono y tiempos de inmersión. Los resultados se reportan como ausencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 01: COMPROMISO DEL ASESOR

El que suscribe, Hans Himbler Minchán Velayarce, con Profesión de Ingeniero en Industrias Alimentarias/Grado de Magister, D.N.I. (X) / Pasaporte () / Carnet de Extranjería () N° 17622109; con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, se compromete y deja constancia de las orientaciones a la Bachiller Sandra Eloisa Pasapera Campos y a Greycy Yesabella Ventura Chávez de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias en la formulación y ejecución del:

- () Plan de Trabajo de Investigación () Informe Final de Trabajo de Investigación
() Proyecto de Tesis (X) Informe Final de Tesis
() Informe Final del Trabajo por Suficiencia Profesional

Por lo indicado se da testimonio y visto bueno que el Asesorado ha realizado el Proyecto de tesis; por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, 20 de abril de 2023



Mg. Hans Himbler Minchán Velayarce

D.N.I.: 17622109



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 01: COMPROMISO DEL ASESOR

El que suscribe, Juan Antonio Ticona Yujra, con profesión de Ingeniero pesquero, D.N.I. (X) / Pasaporte () / Carnet de Extranjería N° 00516471 ; con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, se compromete y deja constancia de las orientaciones a la Bachiller Sandra Eloisa Pasapera Campos y a Greycy Yesabella Ventura Chávez de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias en la formulación y ejecución del:

- () Plan de Trabajo de Investigación () Informe Final de Trabajo de Investigación
() Proyecto de Tesis (X) Informe Final de Tesis
() Informe Final del Trabajo por Suficiencia Profesional

Por lo indicado se da testimonio y visto bueno que el Asesorado ha realizado el Proyecto de tesis; por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, 20 de abril de 2023



Ing. Juan Antonio Ticona Yujra

D.N.I.: 00516471



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Sandra Eloisa Pasapera Campos, identificado con DNI N° 73811331 Bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén; se declara bajo juramento que soy autor del Informe final de tesis: Efecto antimicrobiano del agua ozonizada en la industria de procesamiento de filete de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris)

1. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. El Informe final de tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Informe final de tesis presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Informe final de tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Informe final de tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente nos comprometemos a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Informe final de tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; se asume las consecuencias y sanciones civiles y penales que se deriven.

Jaén, 20 de abril de 2023




Bach. Sandra Eloisa Pasapera Campos

D.N.I.: 73811331



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Greycy Yesabella Ventura Chávez, identificado con DNI N° 70553363, Bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén; se declara bajo juramento que somos Autores del Informe final de tesis: Efecto antimicrobiano del agua ozonizada en la industria de procesamiento de filete de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris)

2. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. El Informe final de tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Informe final de tesis presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Informe final de tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Informe final de tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente nos comprometemos a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Informe final de tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; se asume las consecuencias y sanciones civiles y penales que se deriven.

Jaén, 20 de abril de 2023



Bach. Greycy Yesabella Ventura Chávez

D.N.I.: 70553363







