

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



**ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL FILETE Y AHUMADO DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) ENVASADO AL VACÍO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Br. WALTER DAVID ANCASSI HUANCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO – PERÚ**

**2016**

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



**TESIS**

Dr. Cs. Ángel Canales Gutiérrez  
Coordinador de Investigación  
Facultad Ciencias Biológicas - UNA

**ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL FILETE Y AHUMADO DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) ENVASADO AL VACÍO**

**PRESENTADA POR:**

**Br. WALTER DAVID ANCASSI HUANCA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 12 DE OCTUBRE DEL 2016**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

:

M.Sc. Félix Rodolfo Meza Romualdo

**PRIMER MIEMBRO**

:

M.Sc. Belisario Mantilla Mendoza

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

Mg. María Isabel Vallenias Gaona

**DIRECTOR DE TESIS**

:

M.Sc. Edwin Federico Orna Rivas

**ASESOR DE TESIS**

:

Mg. Martha Elizabeth Aparicio Saavedra

**ÁREA** : Ciencias biomédicas.

**LÍNEA** : Acuicultura.

**TEMA** : Tecnología y transformación de recursos pesqueros.

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida, salud, sabiduría, inteligencia y amor incondicional, porque a pesar de los obstáculos está a mi lado siempre guiando mi camino.*

*A mis padres Juan y Alejandrina, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser un hombre de bien, pero más que nada por el amor brindado.*

*Con todo mi amor y cariño a mi esposa Yaneth, por darme el apoyo, valor, consejos, fuerza y compañía; a mis hijas Leydy Diana y Danna Dashira, que son las razones de mi empeño y esmero, ya que en ellos veo una fuente infinita de bondad y respeto, que supieron tolerarme con su comprensión en todo momento en el desarrollo de mi trabajo de investigación, con amor y cariño de siempre.*

*A mis hermanas María Magdalena, Angélica Tula, Judith Marianela, Yaneth Esmeralda y a mi único hermano Juan Alberto, por el apoyo moral que me brindaron en mi formación profesional, como muestra de gratitud les dedico el presente trabajo, con todo el cariño de siempre y el ejemplo de seguir superándonos cada día.*

*A mi abuelito Valentín, por el apoyo moral, sus consejos, valores inculcados y por la motivación constante. A mi tía Genaria Constantina, mi tío Bonifacio; a mis primos, primas por su apoyo moral y deseo de superación.*

*En memoria de mi abuelita Antonia (†), tío Tiburcio (†) y mi tía Julia (†), quienes desde arriba estarán felices compartiendo este momento conmigo.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por haberme dado una formación Profesional, y a los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas quienes transmitieron sus conocimientos durante mi formación profesional en esta casa de superior estudios. Agradecer a todo el personal administrativo de dicha Facultad por las facilidades brindadas durante mi permanencia como estudiante y también como egresado.

Con inmensa gratitud agradecer a mis jurados Ing. M. Sc. Félix Rodolfo Meza Romualdo, Blgo. M. Sc. Belisario Mantilla Mendoza, Lic. Mg. María Isabel Vallenos Gaona; quienes por haber dedicado sus tiempos a la lectura y corrección del presente proyecto de investigación.

Agradecer de manera muy especial al Ing. M. Sc. Edwin Federico Orna Rivas, mi Director de Tesis por la paciencia, su valioso tiempo y conocimientos compartidos que me sirvieron de gran ayuda para el presente trabajo de investigación.

Asimismo, agradecer a mi asesora de tesis Lic. Mg. Martha Elizabeth Aparicio Saavedra, por su apoyo incondicional y orientación en la realización del trabajo de investigación.

Agradecer a la Dirección de Recursos Hidrobiológicos del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca – PELT, en especial al Sr. Martín Chacolli Vilca Jefe de Meta donde funciona la Planta de Procesamiento Pesquero Primario de Productos Pesqueros, también a Ing. Jesús Flores Cahuana y Humberto Pacco Quispe; por brindarme las facilidades de uso de la Planta, por el apoyo moral y las experiencias compartidas.

También agradecer a Wilson y César, por su apoyo moral y orientación en la realización de mi proyecto de investigación.

A mis mejores amigos y compañero de salón Milton Noé y Jhon Walter, a todos mis compañeros (as) de la universidad, por los gratos momentos que pasamos y el apoyo incondicional que nos tuvimos en las aulas como una Familia Biológica de nuestra querida Facultad de Ciencias Biológicas.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
2.2 MARCO TEÓRICO .....	17
2.3 MARCO CONCEPTUAL .....	32
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO .....	35
3.1 TIPO DE ESTUDIO .....	35
3.2 MATERIALES .....	35
3.3 METODOLOGÍA.....	35
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
4.1 PRESIONES DE VACÍO EN EL ENVASADO DE TRUCHA .....	43
4.2 VIDA ÚTIL DE TRUCHA ENVASADO AL VACÍO POR 15 DÍAS .....	49
4.3 CALIDAD DE LOS EMPAQUES DEL PRODUCTO ENVASADO DE TRUCHA.....	54
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
ANEXOS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición química nutricional del filete fresco de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) por 100 g (IMARPE e ITP, 1996). .....	18
Tabla 2. Principales ácidos grasos presentes en filete de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) (IMARPE e ITP, 1996). .....	18
Tabla 3. Componentes minerales presentes en filete de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) (IMARPE e ITP, 1996). .....	18
Tabla 4. Producción de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) durante los años 2001 – 2015 en la región Puno (DIREPRO – Puno 2015). .....	19
Tabla 5. Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura, durante los años 2007 – 2014 (TM) (PRODUCE Perú, 2016). 20	20
Tabla 6. Producción nacional de truchas (TM) por regiones, durante los años 2008 – 2015 (DIREPRO – Puno, 2015).....	21
Tabla 7. Tipos de envasados en atmosfera protectora aplicada a los alimentos (García <i>et al.</i> , 2006). .....	25
Tabla 8. Gases utilizados en el envasado de los alimentos (García <i>et al.</i> , 2006).....	27
Tabla 9. Niveles de resistencia de filmes poliméricos a temperaturas de referencia en procesos de envasado y postratamiento (Del Valle, 2016).....	28
Tabla 10. Valores de evaluación de la inspección visual y análisis de atributos de calidad en trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) envasada al vacío (fresco y ahumado) realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999). .....	40
Tabla 11. Escala de calificación del material de empaque realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP / JICA, 1999; ITP, 2005). .....	41
Tabla 12. Evaluación organoléptica de la trucha realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	43
Tabla 13. Calificación de la apariencia del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015. ....	44
Tabla 14. Calificación de la textura del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	47

Tabla 15.	Calificación de la textura del filete de trucha, sometida a 70 kPa durante tres tiempos de evaluación (días), realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	49
Tabla 16.	Calificación del sabor del filete de trucha, según los tiempos de evaluación de vida útil, realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	52
Tabla 17.	Calificación del producto final del filete de trucha, luego de 15 días de vida útil realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	54
Tabla 18.	Valores de calidad de filetes de trucha fresca según grados utilizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999). .....	69
Tabla 19.	Valores de calidad de filetes de trucha ahumada según grados utilizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999). .....	70
Tabla 20.	Patrón de calificación de calidad del pescado fresco según estado de frescura (ITP – Laboratorio de Análisis Sensorial) utilizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999). .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Evolución de la producción de trucha en la región Puno durante los años 2001 – 2015 (DIREPRO Puno, 2015).....	20
Figura 2. Producción de trucha por regiones durante el año 2015 (DIREPRO – Puno 2015).....	21
Figura 3. Flujograma de filete y filete ahumado de trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) envasado al vacío. ....	36
Figura 4. Comparación de la apariencia del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015. ....	45
Figura 5. Comparación de la textura del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	47
Figura 6. Comparación de la textura del filete de trucha, sometida a 70 kPa durante tres tiempos de evaluación (días), realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	50
Figura 7. Comparación del sabor del filete de trucha, según los tiempos de evaluación de vida útil, realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	52
Figura 8. Comparación de la presentación final del producto trucha, luego de 15 días de vida útil realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015. ....	55
Figura 9. Fotografías de recepción de trucha fresca materia prima en planta, primer lavado y eviscerado en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015. ....	66
Figura 10. Fotografías de segundo lavado y fileteado de trucha realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	66
Figura 11. Fotografías deshuesado del filete de trucha, sanitizado para ahumado y envasado al vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015. ....	67
Figura 12. Fotografías de envasado al vacío y ahumado de trucha realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.....	67

- Figura 13. Fotografías de ahumado, laminado, envasado al vacío y el producto acabado realizadas en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015..... 68
- Figura 14. Constancia de procesamiento de las muestras en la Planta de Procesamiento Pesquero Primario de Productos Pesqueros de la Dirección de Recursos Hidrobiológicos del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca – PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y febrero 2015..... 72

## RESUMEN

La investigación se realizó durante siete meses desde la recolección de datos hasta la obtención del producto final. Los objetivos específicos fueron: a) Evaluar las diferentes presiones de vacío en el envasado de filete de trucha y filete ahumado de trucha, b) Determinar la vida útil del producto filete de trucha y filete ahumado de trucha envasado al vacío, por lapso de quince días y c) Evaluar la calidad de los diversos empaques y su efecto en la vida útil del producto. El procedimiento comprendió la obtención de especies de trucha factibles para ser procesadas hasta la utilización en planta, ahumador y otros equipos; de forma respectiva hasta obtener los mejores resultados para determinar la vida útil del producto, se utilizaron tablas de control de calidad específicas para trucha fresca y trucha ahumada, así mismo se evaluó el balance de masa acorde al flujograma por producto final. Los experimentos se realizaron con materia prima de filete de trucha fresca y filete de trucha ahumada, a los cuales se les aplicaron diferentes presiones de envasado 50, 60, 70 y 80 kPa, así como también los materiales de empaque experimentados fueron nylon polietileno, polietileno de baja densidad y polietileno de alta densidad. La mejor presión y el mejor empaque para filete de trucha y filete de trucha ahumada fue de 70 kPa envasado en polietileno de alta densidad (PDA). Los productos tanto el filete de trucha como el filete de trucha ahumada se mantuvieron almacenados en refrigeración a una temperatura aproximada de 5 °C.

**Palabras claves:** estimación, vida útil, filete, ahumado, trucha, envasado, vacío.

## ABSTRACT

The investigation was carried out during seven months from the data collection until the final product was obtained. The specific objectives were: a) To evaluate the different vacuum pressures in the packaging of trout fillet and smoked fillet of trout, b) To determine the useful life of the product trout fillet and smoked fillet of vacuum packed trout, for a period of fifteen days and c) Evaluate the quality of the different packages and their effect on the useful life of the product. The procedure included obtaining trout species that could be processed to be used in the plant, smoker and other equipment; In order to obtain the best results to determine the useful life of the product, specific quality control tables were used for fresh trout and smoked trout, and the mass balance was evaluated according to the flowchart by final product. The experiments were carried out with fresh trout fillet raw material and smoked trout fillet, to which different packaging pressures of 50, 60, 70 and 80 kPa were applied, as well as the packing materials experienced were polyethylene nylon, polyethylene of low density and high density polyethylene. The best pressure and the best packaging for trout fillet and smoked trout fillet was 70 kPa packed in high density polyethylene (PDA). The products, both the trout fillet and the smoked trout fillet, were stored under refrigeration at a temperature of approximately 5 °C.

**Key words:** estimation, shelf life, fillet, smoked, trout, packaging, vacuum.

## I. INTRODUCCIÓN

La diversificación productiva ha llevado al campo de la tecnología pesquera a implementar un sinnúmero de procesos de transformación de productos pesqueros, que van desde las tecnologías más antiguas como son los congelados y las conservas hasta los productos empacados al vacío, incluso combinan tecnologías en la que se realizan procesos primarios como eviscerados, procesos secundarios como fileteados se salan o se sumergen en yogur y encima para empacarlas, se les somete a frío para alargar su vida útil. La tecnología pesquera aún no se ha detenido por que el hecho de conservación de los alimentos para alargar la vida útil y la facilidad de transporte del mismo, hace que este tipo de tecnologías utilice todos los medios ingenieriles y biológicos para que la vida en anaquel del producto se extienda.

Las plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos se encuadra dentro de la industria alimentaria, considerada básicamente como un establecimiento de alimentos, contando con una serie de características comunes entre la que destaca su elevada dependencia del sector primario en cuanto al aprovisionamiento de materia básica, el uso de grandes cantidades de agua y generación de desechos con alta carga orgánica dispuestos en el medio ambiente aledaño, mayoritariamente del consumo humano como objetivo final de sus productos. Durante la última década, la actividad de las plantas de procesamiento y los centros de cultivo de recursos hidrobiológicos se ha incrementado notoriamente. En algunos casos, este crecimiento constituye una respuesta a los mayores volúmenes de captura o cultivo que presentan determinados recursos.

Los aportes que pretende hacer este estudio están basados en los problemas que se suscitan en nuestro medio con respecto al procesamiento de transformación de la trucha, al procesar filetes y empacarlos al vacío, los productos como filete fresco de trucha y filete ahumado de trucha desde ya hace casi una década se empezó a sellar al vacío como un medio de suprimir oxígeno y alargar la vida útil del producto, pero lo que ha llamado la atención es que nunca se determinó a que presión empacar o si se tenía la posibilidad de inyectar algunos gases ideales para incrementar aún más la vida útil del producto; por lo expuesto se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar las diferentes presiones de vacío en el envasado de filete de trucha y filete ahumado de trucha
- Determinar la vida útil del producto filete de trucha y filete ahumado de trucha envasado al vacío, por lapso de quince días.
- Evaluar la calidad de los diversos empaques y su efecto en la vida útil del producto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1 Antecedentes de la actividad truchícola en el Perú

Mantilla (2004), indica que el cultivo de truchas en jaulas flotantes en el Perú se inició en el año 1977, cuando la Dirección General de Extracción del Ministerio de Pesquería, dispone la instalación de Redes Trampa Fijas en el lago Titicaca, tecnología japonesa que venía aplicándose en la extracción de especies ícticas en las playas del distrito de Los Órganos (Piura); luego de los estudios limnológicos y batimétricos del recurso hídrico, se instala una Red Trampa Fija de 12 metros de profundidad en la bahía Kajje - Chucasuyo del Distrito de Juli, Provincia de Chucuito – Puno; Qollasuyo (2002) incide afirmando que este hecho motiva a profesionales peruanos del Proyecto Redes Trampa Fijas de Puno, implementar infraestructura piscícola para el cultivo de truchas en sistemas no convencionales, dando origen a una actividad que por sus características, resultó comparativamente ventajoso para la crianza de truchas, denominándose a esta infraestructura, jaulas flotantes, empleando para el armado, instalación y fijación de la jaula de la misma forma al utilizado en la Red Trampa fija.

Huet (1998), afirma que la trucha arco iris proviene de la vertiente del Pacífico de Norteamérica, vive en los cursos de agua desde el sur de Alaska hasta el sur de Oregón y California (EE.UU.), Ragash (2009), registra que en el Perú, la introducción de esta especie tuvo lugar en el año 1928 desde los EE.UU., la cantidad de 50,000 ovas embrionadas, que fueron instalados en un criadero a orillas del río Tishgo en La Oroya – Junín, distribuyéndose a los ríos y lagunas de las regiones de Junín y Pasco, luego en el año 1930 fueron transportados 50 truchas adultas a la Estación Piscícola El Ingenio, en 1941 fueron transportados 25,000 ovas embrionadas de trucha desde la Estación Piscícola El Ingenio a la Estación Piscícola de Chucuito – Puno, poblándose todo el sistema hidrográfico del lago Titicaca; desde luego las truchas se adaptaron a las condiciones naturales de las zonas alto andinas.

#### 2.1.2 Antecedentes de la actividad de procesamiento de la trucha en Puno

Barreda (1978), entre los años de 1952 a 1962, logró algún desarrollo de la industria conservera de truchas a orillas del lago Titicaca, sin embargo su duración fue muy efímera

por la observada en las poblaciones de trucha “arco iris”, especialmente al margen de las opiniones vertidas oficialmente sobre la depleción referida, creo que la causa fundamental de ella radicó en la captura indiscriminada de esta especie de salmónido utilizando redes trampa durante la época reproductiva, por otro lado Qollasuyo (2002), realizó la elaboración experimental de *grated* en salsa de tomate y aceite de las especies de *Orestias agassii*, *Orestias luteus*, carachi negro y amarillo respectivamente, en la que obtuvieron 250 latas empleando 70 kg de carachi; referente a otras infraestructuras similares a la proyectada Callohuanca (2009), se cuenta en la ciudad de Puno en el Centro Poblado de Salcedo una planta de congelado con capacidad productiva de 20 toneladas mensuales, dicha planta es de propiedad de la ONG CIRNMA, la que es alquilada en exclusividad a la empresa Piscifactoría de Los Andes cuya sede central de operación es en la ciudad de Huancayo.

Cadena (2013), ingresó al mercado selectos filetes de trucha orgánica, las mismas que fueron alimentadas con balanceados libres de químicos y con una pigmentación de la carne natural a base del extracto de ají. Se considera a la trucha como un alimento nutritivo que puede formar parte habitual de las dietas hipocalóricas, y recomienda que se debe tomar en cuenta que los pequeños productores de trucha no logran cubrir con la demanda local; sin embargo, Yapuchura (2006), indica que en Puno las empresas productoras de trucha son micro empresas individuales, que en su mayoría no son a dedicación exclusiva por lo que, la producción no es suficiente para abastecer al mercado.

Pacori y Aguilar (2015), en la obtención de filetes de trucha, indican que la adición de mezclas de fosfatos afecta a las propiedades sensoriales en cuanto al olor, apariencia y textura, presentando mejores resultados la concentración C3 al (9%), concluyendo que las concentraciones al 6 y 9% de (Tripolifosfato de sodio – STP 50% + Mezcla comercial - MC 50%) en inmersión de 5 minutos mejoran la capacidad de retención de agua, pH, textura, índice de peróxidos, presentó menor traza residual y mejoran las propiedades sensoriales e inhiben el desarrollo microbiano, asimismo Díaz (2008), reporta que para la elaboración de surimi de trucha arco iris se han empleado distintas técnicas, sin embargo, es indispensable mantener la funcionalidad de las proteínas musculares durante su extracción, ya que son afectadas principalmente por el pH, concluyendo que el incremento en la concentración de fosfatos de sodio mejoró la funcionalidad del surimi y

a pH alcalino las propiedades de emulsión mejoraron, pero se afectaron negativamente las propiedades de gelificación.

### 2.1.3 Antecedentes de la tecnología de sellado

García *et al.* (2006), reporta que en la tecnología denominada envasado al vacío, el material envasado se calienta antes de situarse sobre el alimento, una vez evacuado el aire del interior del paquete, por efecto del calor, la bolsa o la lámina se retrae adaptándose al contorno del producto; en el envasado al vacío la ausencia de oxígeno inhibe el crecimiento de numerosos microorganismos (aerobios) y las reacciones de oxidación, impidiendo la pérdida de humedad y favoreciendo la retención de compuestos volátiles responsables del aroma del producto, por otro lado, en Ecuador, Cahueñas (2011), obtuvo un nuevo producto a base de filete de tilapia en el cual se realiza un proceso de salado, secado, ahumado y por último se empaca al vacío, con la finalidad de determinar el tiempo de vida útil y el aporte nutricional que nos ofrece el producto, afirmando que la exposición prolongada a altas temperaturas las proteínas se reduce en un 28% ya que se desnaturalizan y pierden su valor biológico y que luego de la evaluación por 90 jueces se determinó el grado de satisfacción del sabor, olor, color y textura.

Ccallo (2009), afirma que la temperatura de inicio de congelación en filetes de trucha envasadas al vacío, es de  $-1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el cual se logró alcanzar en 0.5 horas a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , congelándose los filetes en un tiempo de 2.6 horas, el agua sin congelar fue 6.29% y 93.7% de agua congelada, concluyendo que la conservación a temperatura de congelación es la más adecuada permitiendo conservar la calidad de los filetes de trucha aceptable en términos microbiológicos, asimismo, García *et al.* (2004), manifiestan al determinar las características sensoriales del filete ahumado de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) producida bajo los sistemas de corriente rápida (CR) y rústico (RU), se contó con nueve jueces entrenados para evaluar la diferencia e intensidad de sus propiedades organolépticas de color, olor, sabor y textura, los resultados indicaron que el sabor se presentó diferente a favor de RU por tener un sabor fuerte y la textura ambas pruebas se dirigieron al CR por que presentó menos fibrosidad, concluyendo que las características sensoriales de las truchas producidas en el sistema de producción RU fueron preferidas por los jueces.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Generalidades de la trucha

Según, Blanco (1984), son peces de aguas frías, pueden subsistir a temperaturas de 25 °C y con límites inferiores próximos al punto de congelación del agua, desarrollándose óptimamente a 15 °C, óptima para su crecimiento y engorde; los cambios bruscos de temperatura no son convenientes, ya que influye en su actividad metabólica, para Huet (1998), la trucha arco iris presenta las siguientes condiciones favorables para dedicarla a la crianza artificial: es adaptada a ambientes confinados, acepta la alimentación artificial y es un buen convertidor, son resistente al manipuleo y a las enfermedades, se reproduce artificialmente en cautiverio asegurando la disponibilidad de alevinos, tiene un alto valor comercial y buen mercado y poseen un valor proteico necesario para el desarrollo del ser humano.

#### a. Clasificación taxonómica

Smith y Sterley (1989) incluyen a la trucha en la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Animal
Phylum	: Chordata
Sub – phylum	: Craneata
Súper Clase	: Pisces
Clase	: Osteichtyes
Sub – División	: Teleósteo
Súper Orden	: Protacanthopterygii
Orden	: Salmoniformes
Familia	: Salmonidae
Género	: <i>Oncorhynchus</i>
Especie	: <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum 1892 (American Fisheries Society, 1988).
Nombre Común	: trucha arco iris.

#### b. Composición química y nutricional

El IMARPE e ITP (1996), indican la siguiente composición química de la trucha arco iris fresca (Tabla 1):

**Tabla 1.** Composición química nutricional del filete fresco de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) por 100 g (IMARPE e ITP, 1996).

Componente	Promedio (%)
Humedad	75.8
Grasa	3.1
Proteína	19.5
Sales minerales	1.2
Carbohidratos	0.4
Calorías	139.0

**Tabla 2.** Principales ácidos grasos presentes en filete de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (IMARPE e ITP, 1996).

Ácidos grasos	Promedio %
Oleico	25.6
Palmítico	20.89
Linoleico	11.7
Docosaheptaenoico	10.4
Palmitoleico	6.8
Mirístico	6.4
Eicosapentaenoico	6.2
Estearico	3.0
Aráquico	2.3
Linolénico	1.6
Otros ácidos grasos	5.2

**Tabla 3.** Componentes minerales presentes en filete de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (IMARPE e ITP, 1996).

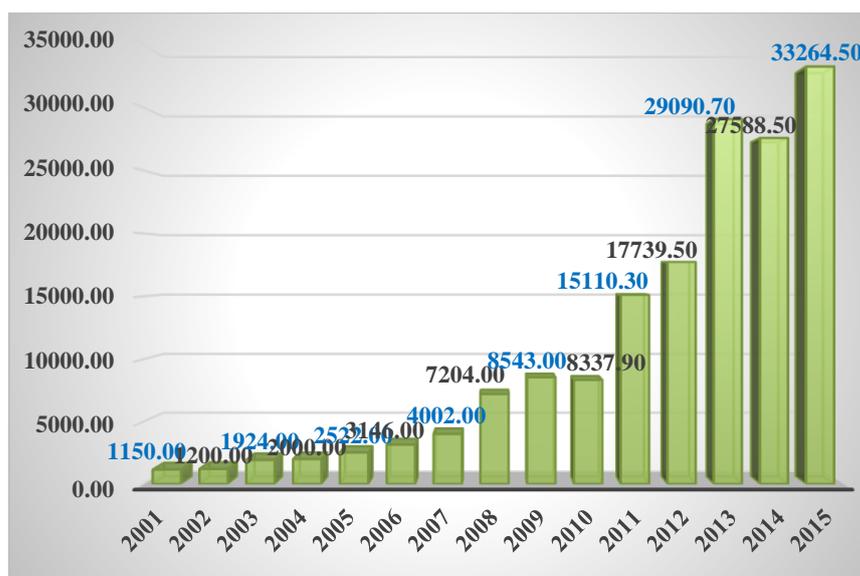
Macroelementos (mg/100 g)	Promedio (%)	Microelementos (ppm)	Promedio (%)
Sodio	155.5	Fierro	2.2
Potasio	396.7	Cobre	0.2
Calcio	18.8	Cadmio	0.0
Magnesio	72.9	Plomo	0.6

### c. Producción de trucha a nivel nacional y región Puno

Mendoza y Palomino (2004), manifiestan que la truchicultura en el Departamento de Puno se viene desarrollándose con mayor incidencia en la zona circunlacustre, desde 1983 se ha impulsado la crianza de truchas bajo las modalidades de jaulas flotantes, cercos de confinamiento y piscigranjas, de los cuales las primeras son la que vienen logrando una producción creciente en los últimos años, asimismo, la DIREPRO – Puno (2015), afirma que existen 797 empresas pesqueras formalizadas legalmente, y en la actualidad se han habilitado 21460.47 Has de espejo de agua del lago Titicaca, lográndose una producción de 33,264.50 TM de producción para el año 2015, incrementándose para el año 2016 a 42,155.00 TM.

**Tabla 4.** Producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) durante los años 2001 – 2015 en la región Puno (DIREPRO – Puno 2015).

Año	Producción (TM)
2001	1150
2002	1200
2003	1290
2004	1997
2005	2243
2006	2982
2007	3893
2008	8877
2009	9438
2010	9683
2011	15,550.00
2012	18,471.00
2013	29,091.00
2014	27,972.00
2015	33,264.50



**Figura 1.** Evolución de la producción de trucha en la región Puno durante los años 2001 – 2015 (DIREPRO Puno, 2015).

El Ministerio de la Producción (PRODUCE) (2016), afirma que la mayor actividad acuícola a nivel continental, es en truchas en relación a las demás especies que actualmente se vienen cultivando a nivel intensivo, en segundo lugar, se tiene la crianza de tilapia en la región Piura y la crianza de gamitana en las regiones Loreto y San Martín (Tabla 5).

**Tabla 5.** Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura, durante los años 2007 – 2014 (TM) (PRODUCE Perú, 2016).

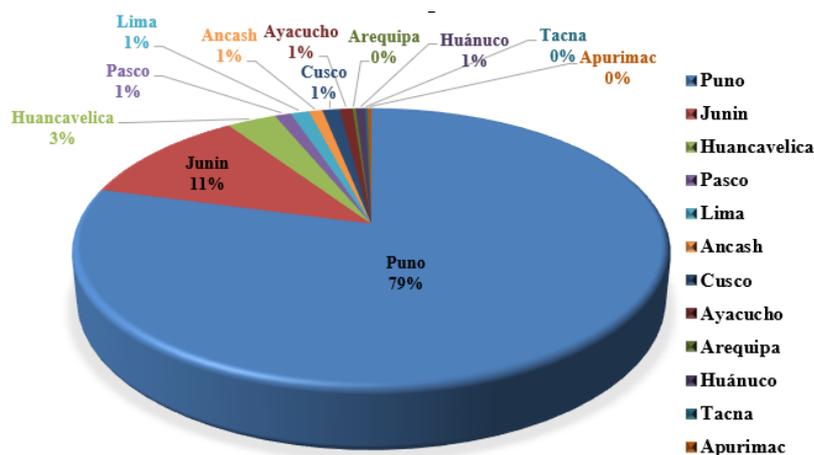
Recurso hidrobiológico	Años							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>1. Trucha</b>	6,997	12,497	12,817	14,250	19,962	24,762	34,992	32,527
<b>2. Tilapia</b>	1,741	1,714	1,261	2,013	2,423	3,174	3,840	4,610
<b>3. Camarón</b>	4	6	11	15	13	11	20	84
<b>4. Gamitana</b>	414	539	564	680	522	453	531	504

La crianza de trucha arco iris en el Perú en los últimos 5 años ha presentado un crecimiento vertiginoso, principalmente en la región Puno, seguido por las regiones de Junín y Huancavelica, las cuales constituyen el 95% de la producción nacional (Puno 27,972.0 TM, Junín 1,615.0 TM y Huancavelica 1,503.0 TM en el año 2014). En la tabla 6 y Figura 2, se representa que la producción de truchas en otras regiones de importancia hasta el 2015 fueron de: 3% para Huancavelica, 1% para Pasco, 1% para Lima, 1% para

Ancash, 1% para Cusco, 1% para Ayacucho y 0% para Arequipa (DIREPRO – Puno, 2015), esto se debería a la condiciones de los recursos hídricos (lagunas y ríos) ideales para las truchas desde el punto de vista de factores fisicoquímicos, batimétricos y topográficos, así como los niveles de productividad primaria.

**Tabla 6.** Producción nacional de truchas (TM) por regiones, durante los años 2008 – 2015 (DIREPRO – Puno, 2015).

Región	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1. Puno</b>	<b>8,877</b>	<b>9,438</b>	<b>9,683</b>	<b>15,550</b>	<b>18,471</b>	<b>29,091</b>	<b>27,972</b>	<b>33,264.50</b>
2. Junín	2,079	1,758	1,848	1,967	3,413	2,127	1,615	-
3. Huancavelica	154	247	726	1,122	1,144	1,222	1,503	-
4. Pasco	311	244	171	122	90	88	89	-
5. Lima	173	181	794	83	128	197	51	-
6. Ancash	146	148	129	128	136	659	60	-
7. Cusco	162	133	264	252	438	641	170	-
8. Ayacucho	83	97	68	209	240	265	304	-
9. Arequipa	45	53	15	44	62	43	90	-
10. Huánuco	38	47	112	110	148	198	269	-
11. Tacna	19	25	34	21	48	21	68	-
12. Apurímac	26	21	51	27	38	50	60	-



**Figura 2.** Producción de trucha por regiones durante el año 2015 (DIREPRO – Puno 2015).

#### d. Métodos de conservación de trucha en filete y ahumado

Huss (1997), considera que la rigidez cadavérica está influenciada por la temperatura, y depende del estado de agitación que haya tenido el pescado antes de la muerte, por lo que, para lograr un producto de calidad, el fileteado deberá hacerse después de la desaparición de la rigidez cadavérica, si el pescado es cocido antes de la rigidez, la textura será bastante blanda y dará lugar a una carne firme, elástica y jugosa y al desaparecer la rigidez cadavérica en el pescado, los cambios detectables a nuestros sentidos son el olor, color, y la textura del pescado, según Carrillo y Guzmán (2007), la tecnología del ahumado presenta grandes progresos, tales como, pueden regularse mejor la velocidad y la temperatura de combustión, lo que involucra un producto de mayor calidad.

Bertullo (1975), menciona los diferentes tipos de ahumado en varios países del mundo:

- a) **Ahumado en frío.** La acción térmica a la que es sometida la materia prima en el ahumador está comprendida entre 27 y 30 °C y su tratamiento dura de 18 a 24 horas pudiéndose prolongar a varios días.
- b) **Ahumado en caliente.** Es un proceso mediante el cual el pescado es sometido al calor y humo, las temperaturas fluctúan entre 65 y 120 °C y su tratamiento dura de 6 a 8 horas.
- c) **Ahumado electrostático.** En este proceso el humo generado pasa por unas rejillas sometidas a la acción de un campo eléctrico de corriente continua de alta tensión, por la que las partículas de humo se depositan uniformemente en la superficie de la materia prima. Con este método la operación de ahumado puede reducirse a 2 horas aproximadamente.
- d) **Ahumado mediante humo líquido.** La materia prima, previamente preparada, se sumerge en una solución de humo líquido.

Según Paucar (2014), afirma que el humo posee las siguientes propiedades:

- a. **Saborizante y antioxidante.** Los compuestos fenólicos y aldehídos les dan un sabor y olor agradable a los productos ahumados.
- b. **Bactericida.** Los grupos fenólicos, ácidos orgánicos y los aldehídos que contienen, sirven para preservar los productos ahumados inhibiendo el crecimiento de microorganismos en especial el formaldehído el cual tiene mayor poder bactericida.
- c. **Preservante.** El poder preservante del humo queda circunscrito a la superficie del pescado debido a que su penetración al interior de los alimentos es limitada. En

consecuencia, la preservabilidad del ahumado dependerá de la disminución del contenido de humedad.

Los principios a tomar en cuenta para la elaboración de productos ahumados son:

- a) **Materia Prima.** La materia prima fresca es la más adecuada para el ahumado, pero también se puede usar pescado congelado o salado (Bertullo, 1975), en contraste Fernández *et al.* (1995), mencionan en otros países que ha sido dañado enormemente la reputación del pescado ahumado, debido a que en ocasiones se emplean materia prima no adecuadas para este proceso, sin embargo Chimpén (2016), indica que la calidad del ahumado obedece de la frescura de la materia prima, y la aplicación de la correcta técnica de manipulación y preservación de la materia prima, desde que es cosechada hasta que es suministrada para el inicio del proceso tecnológico.
- b) **Materiales para la combustión.** El material combustible, es el elemento productor de calor y de humo, por tanto, es el portador del aroma y el sabor al producto dándole a su vez un color dorado atractivo (Fernández *et al.*, 1995), por otro lado, Vargas y Choque (2010), sostienen que la madera a usar debe ser de preferencia madera dura desmenuzada en forma de aserrín, viruta o leña dependiendo del tipo de ahumador que se utilice. El aserrín a emplear debe tener aroma agradable, en combinación con coronta de maíz conocida como tuza o marlon, lo cual va a permitir obtener productos de alta calidad.

### 2.2.2 La técnica del vacío

Windsor y Barlow (1984), consideran al vacío como la técnica de conservación de alimentos, es tratado y clasificado de la siguiente manera:

- a. **Conservación en crudo.** Una vez limpio el género procedemos a su envasado en crudo para su almacenamiento en la cámara frigorífica. Etiquetamos con la fecha de envasado y de caducidad. Luego es depositado en la cámara frigorífica hasta su utilización.
- b. **Cocción tradicional y envasado al vacío.** Cuando ya tenemos porcionado el género, procedemos a cocinarlo de la manera tradicional. Una vez cocido tenemos dos opciones: el enfriamiento rápido y envasado del producto. El género debe ser enfriado rápidamente a 10 °C en el centro y 2 °C en el exterior. Una vez enfriado se envasa y se etiqueta.

- c. **Envasar en caliente y luego enfriar.** Se procede al envasado en caliente una vez cocido el género. Luego se envasa y se enfría a 10 °C en el centro del producto lo más rápido posible. La ventaja de ambas opciones es mantener la cocina tradicional aplicando un sistema moderno y práctico de conservación.
- d. **Cocción al vacío propiamente dicha.** Consiste en cocinar el género luego de haber sido envasado al vacío. Para los casos de carnes, es preferible marcarlos antes en la plancha para que tengan color de dorados. Al igual que en el caso anterior, hay que aplicar un enfriamiento rápido al producto una vez cocido.

La diferente naturaleza de los productos a envasar, determina la técnica de vacío, según Windsor y Barlow (1984), indica que se empleará:

- a. **Realizado sobre productos crudos, marinados o curados.** Se trata simplemente de extraer el aire contenido en el producto y se cierra la bolsa por soldadura térmica. Puede ser total o parcial, cercano al 100% de vacío o con aire residual en el interior de la bolsa.
- b. **Vacío normal.** Prolongando el tiempo en que se efectúa la acción del vacío para conseguir un mayor porcentaje de vacío. Se usa para grandes piezas que después deberán ser cocidas dentro de la bolsa.
- c. **Vacío continuado.** Al envasar un producto caliente se le practicará un vacío parcial, proporcional a la temperatura que tenga, puesto que en los productos calientes la cantidad de oxígeno es mayor y más difícil de extraer.
- d. **Vacío de un producto caliente.**
- e. **Vacío compensado.**

Con respecto a las máquinas de vacío, Del Pozo (2002), afirma que la máquina de vacío es un aparato complejo, compuesto de una serie de secciones especializadas en extraer el aire de la bolsa y del producto, inyectar un gas inerte si es necesario y sellar la bolsa. Una bomba se encarga de efectuar el vacío hasta un 99%. Consta además de un sistema de parada en el caso de que la fuerza de succión sea excesiva para un producto determinado.

Las tecnologías de envasado en atmósfera protectora (EAP) se aplican a la multitud de productos de diversa naturaleza (vegetales, carnes, pescados, lácteos, entre otros) para mantener la calidad sensorial de estos productos y prolongar su vida comercial, que llega a duplicarse e incluso triplicarse con respecto al envasado tradicional en aire, que implican

la eliminación del aire contenido en el paquete seguida de la inyección de un gas o mezcla de gases seleccionado de acuerdo a las propiedades del alimento (García *et al.*, 2006), y entre las tecnologías de envasado en atmósfera protectora se mencionan a tres tipos principales según las modificaciones que experimenta el ambiente gaseoso que rodea al producto (Tabla 7).

**Tabla 7.** Tipos de envasados en atmosfera protectora aplicada a los alimentos (García *et al.*, 2006).

<b>Tecnología de Envasado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Gases</b>	<b>Envases</b>
<b>Vacío</b>	Evacuación del aire.		Propiedades barreras elevadas.
<b>Atmosfera controlada</b>	Evacuación del aire inyección de gas/gases. Control constante tras cierre de recinto.	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> otros gases (solos o combinados).	Recintos con condiciones controladas.
<b>Atmosfera modificada</b>	Evacuación del aire inyección de gas/gases. Sin control tras cierre de recinto.	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> otros gases (solos o combinados).	Propiedades barreras variables según las necesidades del producto.

Varona (2006), menciona que entre las ventajas del envasado al vacío, se mencionan que dentro de los distintos métodos de envasado en atmósfera protectora es el más sencillo y económico puesto que no hay consumo de gases en él, la baja concentración de oxígeno que permanece en el envase tras evacuar el aire inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios y las reacciones de oxidación y favorece la retención de los compuestos volátiles responsables del aroma; en contraste en sus inconvenientes, García *et al.* (2006), manifiestan que es un método poco recomendable para productos de textura blanda o frágil, con formas irregulares, deben extremarse las precauciones en alimentos con

superficies cortantes o salientes para evitar la rotura del material de envasado al evacuar el aire, tampoco es adecuado para alimentos que precisan cierta cantidad de oxígeno, la formación excesiva de arrugas en el material de envasado dificulta la visualización del producto y su presentación final resulta menos agradable y en algunos casos, se ha observado la acumulación de exudado en productos envasados al vacío durante periodos de tiempo prolongados.

Entre los gases empleados en el envasado en atmósfera protectora (Tabla 8), se logra gracias a la baja concentración de oxígeno existente en el envase, en los sistemas de atmósfera controlada y modificada se debe al diseño de un ambiente gaseoso “a medida” según las características microbiológicas (microflora natural, contaminación procedente del medio), metabólicas (intensidad respiratoria en los vegetales) y organolépticas (mantenimiento del color rojo en la carne fresca) del alimento (Paucar, 2014), éstos gases se adquieren puros, para combinarlos en el equipo de envasado, o como mezclas prediseñadas, de acuerdo a los requerimientos del productor se comercializan en distintos formatos tales como los gases comprimidos en cilindros, gases licuados (dióxido de carbono y nitrógeno) que se almacenan en depósitos de distinta capacidad y también plantas para su producción *in situ* (oxígeno y nitrógeno) a partir del aire (García *et al.*, 2006).

**Tabla 8.** Gases utilizados en el envasado de los alimentos (García *et al.*, 2006).

Gases	Propiedades físicas	Ventajas	Inconvenientes
<b>Oxígeno</b>	Incoloro. Inodoro. Insípido. Comburente.	Soporta el metabolismo de los vegetales frescos. Mantiene el color de la carne fresca. Inhibe anaerobios.	Favorece la oxidación de las grasas. Favorece el crecimiento de aerobios.
<b>Dióxido de carbono</b>	Incoloro. Inodoro. Ligero sabor ácido. Soluble en agua y grasa.	Bacteriostático. Fungistático. Insecticida. Mayor acción a baja Temperatura.	Produce el colapso del envase. Produce exudado Difunde rápidamente a través del envase.
<b>Nitrógeno</b>	Incoloro. Inodoro. Insípido. Insoluble.	Inerte. Desplaza al oxígeno. Inhibe aerobios. Evita la oxidación de las grasas. Evita el colapso del envase	Favorece el crecimiento de anaerobios (100% nitrógeno)

Con respecto a los equipos de envasado, en el mercado existen para el envasado de alimentos en atmósfera protectora que se adaptan a las distintas necesidades de cada empresa según sus niveles de producción, los formatos de envase deseados y la naturaleza de los productos a envasar (García *et al.*, 2006).

Manalili *et al.* (2014), manifiesta que, entre las soluciones apropiadas para el envasado de alimentos, se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

- a. **Las características principales de los materiales y sus aplicaciones.** Las posibles combinaciones de las propiedades de los filmes como sus características mecánicas, barrera a gases, comportamientos térmicos son elementos fundamentales a considerar a la hora de definir el tipo de envase que necesitamos para un determinado producto.
- b. **Propiedades barreras.** Cuando el envasado en plástico al vacío o atmósfera modificada, particularmente en el sector alimentario, no se debe pensar en una larga duración, que exigiría una hermeticidad total y un proceso de esterilización, es decir el envasado con filmes plásticos, queda fuera del alcance del tiempo de una conserva o un congelado.

- c. **Vapor de agua.** Se considera una permeabilidad del orden de  $1.5 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$  e inferiores como adecuada, el polietileno (PE) y el polipropileno (PP) son films muy comúnmente aplicados al envase de alimentos que confieren la buena protección a la humedad.
- d. **Resistencia a la temperatura.** Siendo los films de envasado termoplásticos, es decir, cadenas de polímeros que se deforman o transforman mediante la aplicación de temperatura, las distintas consecuencias de la aplicación de la misma sobre los diferentes materiales van a ser de mucha importancia.

En la Tabla 9, se indican diferentes niveles de influencia de la temperatura para ciertos procesos a los que podemos someter a un film plástico.

**Tabla 9.** Niveles de resistencia de films poliméricos a temperaturas de referencia en procesos de envasado y postratamiento (Del Valle, 2016).

	Material	Temperatura de sellado °C	Temperatura de termoformado °C	Temperatura de llenado °C	Temperatura de tratamiento °C
<b>Polietileno</b>	PE	80	130	100	100
<b>Polietileno Alta Densidad</b>	HDPE	150	140	100	120
<b>Poliamida</b>	PA	-	80	100	135
<b>Poliamida Orientada</b>	OPA	-	-	100	135
<b>Poliéster</b>	PETP	-	130	100	135
<b>Poliéster Orientado</b>	PETP	-	-	100	135
<b>Poliéster Cristalino</b>	C-PETP	-	160	100	□200
<b>Poliéster Amorfo</b>	PETP	-	120	65	-
<b>Polipropileno</b>	PP	180	155	100	135
<b>Polipropileno Orientado</b>	OPP	-	-	100	125
<b>Poliestireno</b>	PS	-	130	65	85
<b>Poliestireno Expandido</b>	EPS	-	120	80	-
<b>Poliestireno Orientado</b>	OPS	-	120	65	-
<b>PVC</b>		-	130	65	-
<b>SURLYN</b>		110	80	70	70
<b>EVOH</b>		-	-	100	125
<b>PVDC</b>		-	-	100	135

Los procesos de postratamiento al producto envasado, pueden ser los siguientes (Del Valle, 2016):

- **Congelación.** Todos los films plásticos son, en principio, aptos para congelación con excepción en principio del PP en filmes rígidos.
- **Pasteurización (80 – 90 °C):** con excepción del PVC, todos los filmes habituales en los procesos de envasado son aptos para un proceso de pasteurización. El PS rígido debe ser evaluado particularmente. Las estructuras PAO/PE, PETX/PE, PA/EVOH/PE, pueden ser utilizadas.
- **Ebullición (baño maría) a 100 °C a presión atm:** Se utiliza todo tipo de combinaciones excepto PVC y PS.
- **Esterilización (121 °C):** Para la esterilización, la resistencia térmica de filmes substrato como PA, PAO, PET, incluidas con EVOH y barnices de PVdC son adecuadas, pero como combinación para termosellado se recurre al PP (hay formulaciones especiales de PE).
- **Esterilización por vapor (135 °C):** Para este caso de esterilización, se requiere films especiales con base en poliéster cast.
- **Horneado (200 – 240 °C):** Solo es posible la utilización de PE cristalino debidamente conformado.

### 2.2.3 Envases y embalajes

Desrosier (1999), indica que la bolsa de plástico es un objeto cotidiano utilizado para transportar pequeñas cantidades de mercancías, que rápidamente se hicieron muy populares, debido a su distribución gratuita, dichas bolsas de plástico pueden estar hechas de polietileno de baja densidad, polietileno lineal, polietileno de alta densidad y de polipropileno o polímeros de plástico no biodegradable, por otro lado Bríos (2014), menciona que el sistema de envasar al vacío, presenta los siguientes beneficios: las bolsas para empacado al vacío son un envase hermético, esta característica logra evitar la pérdida de peso o merma por pérdida de líquidos o grasas, evita tanto que los alimentos se humedezcan como que pierdan humedad, evita contaminaciones por cruce de alimentos (crudos y cocidos), ayuda a conservar la higiene del refrigerador, evita el “quemado” por

congelado, es ideal para el envasado de porciones y el vacío es un resguardo ante un corte en la cadena de frío.

A fin de realizar una exportación, el embalaje y el acondicionamiento es muy importante ya que garantiza la calidad del producto. Tiene la función principal de protegerlo en el medio de transporte hasta llegar al destino y, además, influirá también en la póliza del seguro de transporte internacional cuyo beneficio es tanto para el importador como para el exportador, por la disminución del riesgo. Antes de seleccionar el envase y embalaje a utilizar en una exportación, es necesario determinar el tipo de protección que necesita el producto de acuerdo a sus características (Zambrano, 2014), según la Cámara de Comercio de Bogotá (2012), las principales diferencias entre empaques y embalajes son que, el empaque presenta el producto para la comercialización y está orientado al marketing; mientras tanto el embalaje es la protección del producto para el desplazamiento o almacenamiento y está orientado a la logística.

Balbuena (2014), afirma que el envase juega un papel importante el etiquetado del producto por el envase, de tal forma a identificar rápidamente facilitando su manejo, proporcionando informaciones básicas como la fecha de procesamiento de tal forma a que se comercialicen primero los que fueron almacenados por más tiempo, según Guijarro (2007), deben de cumplir con la norma ISO 9000 (International Organization of Standardization) el cual provee de normas de garantía de calidad aplicables a toda las empresas, logrando en las empresas la reducción de sus costos internos y aumentar la calidad, eficacia y productividad, para conseguir la calidad total y su mejora constante, asimismo con la norma ISO 14000, se busca ser más efectivo y eficiente en el manejo administrativo en las organizaciones en aspectos y materia ecológica, basándose en sistemas administrativos, flexibles y con reducción de costos.

#### **2.2.4 Métodos de evaluación sensorial**

Valerio (2016), define a la evaluación sensorial como aquellos cuyos resultados de evaluación dependen íntegramente de los órganos de los sentidos, ayudados muchas veces de una regla y tienen una gran ventaja ya que los seres humanos son muy adaptables y logran cambiar frecuentemente, como el comprobar los olores o luego de realizar una inspección con la vista para ver si existen defectos, según el CODEX (1999), el pescado fresco se evalúa por su aspecto y olor, debido a que cambia de distintas formas si se

estropea durante la conservación en hielo, por lo que suele ser visible clasificar el pescado conservado en hielo por su aspecto.

En forma global el CODEX (1999), manifiesta que la evaluación de los productos congelados, se inicia con la observación de las características y el estado de la envoltura y glaseado, luego se examinar la presencia de cualquier decoloración, así como la extensión y profundidad de alguna posible deshidratación, asimismo, debe observarse si hay señales de que el producto pudo descongelarse total o parcialmente y nuevamente vuelto a congelar, lo que confirma mediante el hundimiento y distorsión de los bloques, la presencia del líquido congelado en las bolsas de las envolturas y la desgaste parcial de glaseado, las muestras ahumadas, deberán de conservarse en recipientes cerrados hasta que enfríen a una temperatura en que pueda realizarse la evaluación, el sabor de una muestra se confirmará con el olor.

Hyldig *et al.* (2004), afirman que la evaluación sensorial es uno de los métodos con mayor importancia para evaluar la frescura y la calidad en el ámbito pesquero y en los servicios de evaluación e inspección de los recursos hidrobiológicos entre ellos el pescado, constituyéndose en una herramienta rápida y segura, el cual provee información unificada sobre los alimentos, y éstos pueden variar, al respecto Valerio (2016), menciona que, como consecuencia de las condiciones en cada estación, se presentan cambios cíclicos en la composición de la carne de las especies acuáticas, ya que en determinadas temporadas los peces son más delgados, flácidos y menos vivaces que en otras, por tanto, la carne está menos consistentes y blanca, como consecuencia el contenido en proteínas y grasa será menor.

La evaluación sensorial puede ser ejecutada a diferentes etapas en el procesamiento pesquero, como después del desembarcado, la llegada a la planta (entero), a la recepción, o en las salas de procesamiento de las empresas pesqueras; la evaluación de los filetes de pescado crudos enfriados y cocidos (ahumados) (Bernardi *et al.*, 2013), generalmente los métodos sensoriales fueron utilizados como una evaluación subjetiva de la calidad, llegando a constituirse en una herramienta objetiva (Hyldig *et al.*, 2004), el trabajo de colectar y analizar los datos no consume mucho tiempo y esta información puede ser usada y correlacionada con la información sobre los productos, no existiendo ningún

método instrumental individual que haya logrado ser previsto para reemplazar a los métodos sensoriales (Martinsdóttir *et al.*, 2003).

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Acuicultura.** Es la actividad que consiste en el cultivo o repoblamiento de especies hidrobiológicas, en su ciclo completo o incompleto; en un medio seleccionado y controlado, sea en aguas marinas o continentales. La acuicultura es una técnica ecológica, mediante la cual se pretende incrementar la productividad de los ecosistemas acuáticos, para lo cual, se puede intervenir tanto a nivel de biocenosis, como de biotipo (Mantilla, 2004).
- **Ahumado.** Es una técnica de conservación alimenticia que consiste en someter alimentos a una fuente de humo proveniente de fuegos realizados de maderas de poco nivel de resina. Este proceso, además de dar sabores ahumados sirve como conservador alargando el tiempo de conservación de los alimentos (Bertullo, 1975).
- **Aire comprimido.** Es una técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor (Del Pozo, 2002).
- **Análisis de tiempo.** Método analítico que garantiza la inocuidad alimentaria, aplicable a materia prima y producto final (alimento) (Codex, 1999).
- **Atmósfera controlada.** Es una técnica de conservación que reduce los niveles de oxígeno y aumenta los niveles de CO<sub>2</sub> (García et al. 2006).
- **Atmósfera modificada.** Es una atmósfera protectora o modificada con una composición de gases diferente a la del aire, para mejorar las condiciones en que se realiza la conservación de un producto (García et al. 2006).
- **Empaque.** Es la presentación que se le da al producto para presentación comercial, brindando una presentación visual al bien a nivel comercial, contribuyendo a la protección de la mercancía a desplazamientos, e incluye las actividades de diseñar y producir el recipiente o la envoltura para un producto (Cámara de Comercio de Bogotá, 2012).
- **Envasado.** Es un método para conservar alimentos consistentes en calentarlos a una temperatura que destruya los posibles microorganismos presentes y sellarlos en tarros, latas o bolsas herméticas. Debido al peligro que supone el *Clostridium*

*botulinum* (causante del botulismo) y otros agentes patógenos, el único método seguro de envasar la mayoría de los alimentos es bajo condiciones de presión y temperatura altas, normalmente de unos 116 – 121 °C (López et al. 2017).

- **Envase.** Todo recipiente o soporte que contiene o guarda un producto, protege la mercancía, facilita su transporte, ayuda a distinguirla de otros artículos y presenta el producto para su venta. Es cualquier recipiente, lata, caja o envoltura propia para contener alguna materia o artículo (Bríos, 2014).
- **Empacado al vacío.** Es un método de empacado que consiste en retirar el aire del interior de un envoltorio, con el objetivo de extender el periodo de caducidad de un alimento (García et al. 2006).
- **Embalaje.** Son todos los materiales, procedimientos y métodos que sirven para acondicionar, presentar, manipular, almacenar, conservar y transportar una mercancía. El embalaje debe satisfacer tres requisitos: Ser resistente, proteger y conservar el producto (impermeabilidad, higiene, adherencia, etc.), y demostrarlo para promover las ventas. Además, debe informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, etc. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2012).
- **Estimación de Vida Útil.** La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Bernardi *et al.*, 2013).
- **Plan de análisis microbiológico.** Es procedimiento donde se determina el tiempo que oprime en el alimento donde sigue siendo apto para el consumo humano (Huss, 1997).
- **Sabor.** El sabor es apreciado por el sentido del gusto. El sabor está de acuerdo a los hábitos alimentarios del consumidor. El sabor es un indicador del grado de frescura del pescado y de la calidad del líquido de gobierno. En el caso de las conservas de trucha en salsa inglesa tienen un muy buen sabor (ITP / JICA, 1999).
- **Textura.** Es el grado de consistencia de que posee el músculo del pescado y es apreciado por una ligera presión con los dedos. La carne de trucha tiene una textura uniforme, compacta, semielástica y propia (ITP / JICA, 1999).

- **Vacío.** Es la ausencia total de material en los elementos (materia) en un determinado espacio o lugar, o la falta de contenido en el interior de un recipiente (García et al. 2006).
- **Vida útil.** Así como la caducidad, es la fecha límite hasta la cual podemos consumir un alimento sin que haya perdido sus propiedades, la vida útil es el nombre que se le da al periodo que transcurre desde su producción a su caducidad, es decir, el tiempo durante el cual el alimento conserva todas sus cualidades. El final de la vida de un alimento no sólo depende de que mantenga niveles mínimos de contaminación, sino también de que preserve sus cualidades físico-químicas (homogeneidad, estabilidad, estructura) y organolépticas (textura, sabor, aroma) (Bernardi *et al.*, 2013).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El procesamiento de las muestras se realizó en la Planta de Procesamiento Pesquero Primario de Productos Pesqueros de la Dirección de Recursos Hidrobiológicos del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT), ubicado en zona Barco – Distrito de Chucuito carretera panamericana a 17.5 km de la ciudad de Puno y la evaluación del producto se desarrolló en el laboratorio de Pesquería de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

#### 3.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio fue de tipo experimental.

#### 3.2 MATERIALES

##### 3.2.1 Materia Prima

La materia prima utilizado fue trucha fresca refrigerada proveniente de Villa San Salvador Sector Faro del Distrito de Pomata Provincia de Chucuito – Juli Región Puno, el filete y filete ahumado de trucha se procesó en la Planta de Procesamiento Pesquero Primario de Productos Pesqueros del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT), en cantidad de 4670 g con peso aproximado de 667 g por espécimen.

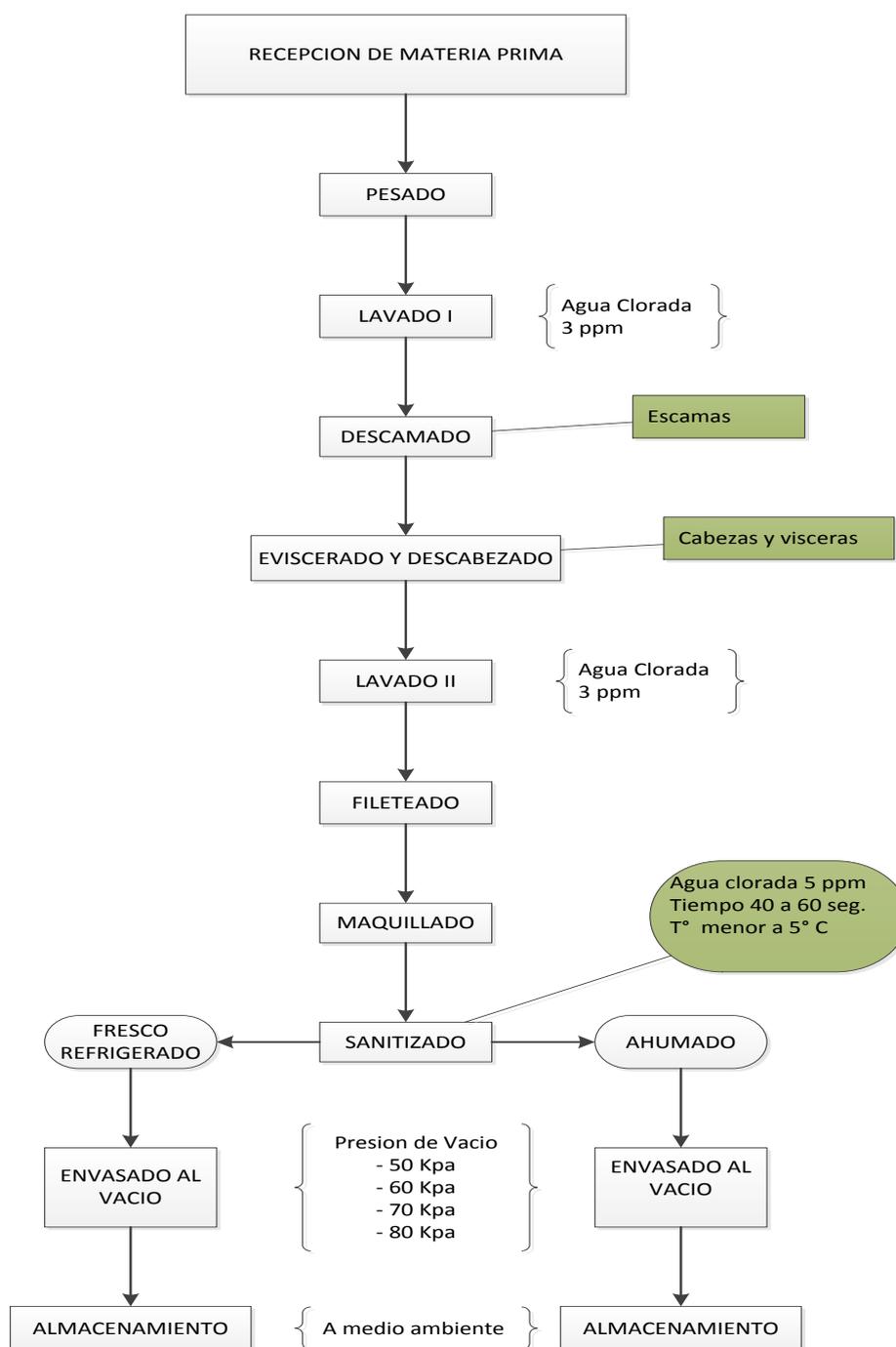
#### 3.3 METODOLOGÍA

##### 3.3.1 Evaluación de las diferentes presiones de vacío en el envasado de filete de trucha y filete ahumado de trucha

Las muestras (trucha arco iris *Onchorynchus mykiss*) se obtuvieron de las jaulas de cultivo sacas de madrugada para su comercialización, estas a su vez son transportadas en caja o jaba con hielo suficiente como para mantener sus características de frescura y calidad hasta llegar a la planta para su respectivo proceso.

### 3.3.1.1 Obtención de los filetes de trucha

Se procedió a seguir la metodología del ITP (1999), la materia prima parte de trucha fresca, la cual se trasladó a planta, se extendió el rigor mortis en cremolada, se procedió a la descamación, evisceración y por último a la obtención de filetes; para el caso del ahumado el filete se procedió a ahumar en caliente; en ambos casos (filete fresco refrigerado y filete ahumado) son sellados al vacío.



**Figura 3.** Flujograma de filete y filete ahumado de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío.

### 3.3.1.2 Descripción del flujograma (ITP, 1999)

- a) **Recepción de la materia prima.** Se recibió la trucha fresca para iniciar el proceso de producción en cajas limpias de plástico de una capacidad de 20 kg. Posteriormente en sala de procesamiento se clasificó y seleccionó la materia prima sometiendo a análisis organoléptico, evaluando el producto a partir de la tabla de ITP (Instituto Tecnológico Pesquero) y a continuación se mantuvo en cremolada (agua con hielo a 5 °C) mientras dure el proceso de transformación del producto.
- b) **Pesado.** El proceso de pesado se realizó con una balanza electrónica de precisión  $50 \pm 0.01$  kg) manteniendo la temperatura a fin de que no sobrepase los 10 °C.
- c) **Lavado I.** La trucha fue lavada con abundante agua potable y clorada a 3 ppm para bajar la carga microbiana establecida en mayor proporción sobre la piel.
- d) **Descamado.** Las truchas fueron descamadas de forma inmediata bajo un proceso manual, utilizando cuchillos descamadores previamente desinfectados, empleando el menor tiempo posible y con sumo cuidado a fin de no dañar la piel o efectuar algún corte en la misma.
- e) **Eviscerado y descabezado.** La trucha fue eviscerada ventralmente desde la zona de las agallas hasta la abertura anal, permitiendo el fácil acceso a la cavidad abdominal para una completa eliminación del tracto digestivo. El descabezado fue realizado perpendicularmente a la espina dorsal, en forma recta, pasando por la zona donde roza el borde más externo del opérculo.
- f) **Lavado II.** Se realizó con abundante agua potable 3 ppm. Cuya temperatura no sobrepasó los 10 °C para eliminar vísceras, espinas, escamas y la sangre, así mismo el riñón adherido es quitado con una cucharilla, procediendo a raspar suavemente sin dañar las capas musculares.
- g) **Fileteado.** La obtención de filetes se realizó bajo técnicas de cortes de apertura y ampliación y/o separación muscular del espinazo empleando para el fin cuchillos fileteadores No. 6, cuyos filetes presentaran piel a excepción los filetes ahumados ya no presentan piel.
- h) **Maquillado.** En esta etapa se retiró cualquier resto o mancha que pueda adherirse al filete, con el fin de que este quede limpio, empleando el menor tiempo posible.
- i) **Sanitizado.** Se procedió a sumergir los filetes en soluciones de agua clorada a 5 ppm, por un tiempo aproximado de 45 s, con la temperatura de la solución a 5 °C con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación.

- j) **Ahumado** (solo para el caso del filete ahumado). Se procedió a realizar el adobado y posterior ahumado en caliente por un lapso aproximado de 6 a 8 horas, posteriormente se enfría el producto para luego retirarlo la piel a los filetes, rectificarlo y su posterior embolsado, como se especifica en el proceso.
- k) **El principio.** El producto de la bolsa de vacío se coloca en la cámara. El lateral abierto de la bolsa se sitúa sobre la barra de sellado. Cuando la cubierta se cierra, la máquina lleva a cabo de manera automática el proceso de vacío. Las fases del proceso al vacío son: aspiración, inyección de gas (opcional), sellado y aireación (Soft Air).
- l) **Regulación del proceso al vacío.** La primera fase del ciclo de envasado es eliminar el aire del producto, la bolsa y la cámara. Tan pronto como se elimina la cantidad de aire deseada, la máquina pasa a la siguiente fase. La segunda fase implica la adición de gas o sellado de la bolsa. Puede controlar el proceso de vacío en 3 niveles diferentes:
- Control de tiempo (ajuste del tiempo).
  - Control del sensor (ajuste del porcentaje).
  - Control del sensor con detección de punto de ebullición.
- m) **Control de tiempo.** Ajuste el tiempo deseado (el ciclo medio varía desde 15 a 40 s), la bomba de vacío aspira durante el tiempo establecido, sin importar si se ha alcanzado el objetivo final de vacío, la duración del proceso al vacío depende del producto y del vacío final deseado, luego puede ajustar el tiempo con facilidad.
- n) **Control del sensor.** Ajuste el tiempo de vacío final deseado con el porcentaje apropiado (de 0 a 99 %). La bomba de vacío aspira hasta que se alcanza el tiempo exacto de vacío establecido. Independientemente del volumen del producto, siempre se alcanza el tiempo de vacío final preestablecido.
- o) **Ventajas del control del sensor.** Por seguridad, se obtiene un resultado final constante (siempre exactamente con el mismo acabado al vacío). Fácil de usar: sin tener que ajustar continuamente el tiempo. Tiempo óptimo de ciclo: la máquina se detiene una vez finalizado el vacío.

### 3.3.1.3 Descripción del proceso de ahumado en caliente (ITP, 1999)

- a) **Recepción de materia prima.** La eficiencia del ahumado radica generalmente en el tratamiento preliminar que está supeditado al tamaño y la especie. Por esta razón cuando la trucha llegó a la planta de procesamiento se lavó inmediatamente con

un chorro de agua potable, a fin de eliminar mucus, coágulos de sangre, y cuerpos extraños.

- b) Eviscerado.** El corte se realizó por la zona ventral, procurando evitar laceraciones y desgarres en el pescado, los trozos de intestinos, agallas se eliminaron a chorro de agua.
- c) Lavado.** Después del eviscerado quedan vísceras y sangre en la espina dorsal con este procedimiento fueron eliminados.
- d) Desangrado.** Se realizó en un recipiente con agua helada y sal al 3%, aquí se sumerge, de esta manera se desangró la trucha y se obtiene un producto con mejor presentación.
- e) Salado.** Esta operación se realizó con la finalidad de proporcionar sabor, se va a conseguir preparando una salmuera al 20% de concentración 2% de azúcar y se deja el pescado por espacio de 30 min agitando cada cierto tiempo.
- f) Oreado.** Se expuso al medio ambiente hasta que la superficie este semiseco, la finalidad de esta etapa es dar brillo al producto una vez que se ha sometido al ahumado.
- g) Ahumado.** El ahumado en caliente se efectuó en tres etapas, la primera a 30 °C por 2 horas con humo luego se incrementa la temperatura a 50 °C por una hora, luego a 100 °C por una hora, cada cierto periodo se intercambian las bandejas para obtener un ahumado uniforme.
- h) Envasado.** El producto fue envasado individualmente, en envases de polietileno de alta densidad.
- i) Almacenamiento.** El ahumado en caliente se almacenó en refrigeración 5 °C, si va a consumir en el primer mes y en congelado cuando se va a consumir dentro de 2 meses.
- j) Envasado y sellado al vacío.** En esta etapa se procedió a realizar la experimentación con los dos productos (filete fresco refrigerado y filete ahumado) el que es embolsado en dos tipos de envases sometidos a cuatro niveles de presión diferentes: 50, 60, 70 y 80 kPa.

#### 3.3.1.4 Análisis estadístico

Se evaluaron las diferentes presiones de vacío (50, 60, 70 y 80 kPa) en el envasado de filete de trucha y filete ahumado de trucha, todos con tres repeticiones, para así determinar el mejor nivel de vacío mediante un análisis organoléptico, usando tabla específica para

trucha en filete y ahumada envasada al vacío. Las pruebas experimentales fueron idénticas en procesamiento y tratamiento térmico. El diseño experimental se trabajó con un nivel de confiabilidad del 5%, asimismo se realizó pruebas de análisis de varianza y comparación múltiple de Tukey.

### 3.3.2 Determinación de la vida útil del producto filete de trucha envasados al vacío, por lapso de 5, 10 y 15 días

La determinación de la vida útil de los filetes de trucha fresca y ahumada, se realizó a partir de aquellos filetes con las mejores características de apariencia y textura, el cual fue obtenida a presiones de vacío de 70 kPa, a partir de ellos, es que se realizó el almacenado por 5, 10 y 15 días, y así determinar cuál sería el tiempo de vida útil de los productos de filete fresco y ahumado, ellos fueron evaluados con las siguientes características (Tabla 10):

**Tabla 10.** Valores de evaluación de la inspección visual y análisis de atributos de calidad en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasada al vacío (fresco y ahumado) realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999).

Características	Puntaje
<b>1. Apariencia del producto refrigerado:</b>	
• Buena: Refrigerado en buen estado.	4
• Regular: Refrigerado con líquidos exudado alrededor.	3 2
• Mala: Refrigerado en mal estado.	
<b>2. Apariencia general de la extracción de aire:</b>	
• Buena: Buen vacío.	4
• Regular: Demasiado arrugado.	3
• Mala: Suelto el producto se mueve.	2
<b>3. Apariencia general del sellado de la bolsa:</b>	
• Buena: Sellado perfecto.	4
• Regular: Sellado con fallas.	3
• Mala: Sellado imperfecto.	2
<b>4. Apariencia de la bolsa:</b>	
• Buena: Bolsa en buen estado.	4
• Regular: Bolsa con presencia irregular.	3 2
• Mala: Bolsa en mal estado, hinchada.	

Clasificación	
Puntaje	Calidad
16 - 13	Buena
9 - 12	Regular
Menos de 8	Recusable

### 3.3.2.1 Análisis estadístico

La vida útil del producto filete de trucha fresca y ahumada, se evaluó con tres repeticiones, los valores numéricos obtenidos para determinar el tiempo de vida útil (5, 10 y 15 días) mediante el análisis organoléptico recomendado por el ITP (1999), fueron obtenidos a partir de la tabla específica para trucha en filete y ahumada envasada al vacío (Tabla 10). Las pruebas experimentales fueron idénticas en procesamiento y tratamiento térmico. El diseño experimental se trabajó con un nivel de confiabilidad del 5%, asimismo se realizó pruebas de análisis de varianza y comparación múltiple de Tukey.

### 3.3.3 Evaluación de la calidad de los diversos empaques y su efecto en la vida útil del producto

Luego que los filetes fueron sellados en los tres empaques experimentales de nylon polietileno (NP), polietileno de alta densidad (PAD), polietileno de baja densidad (PBD), los cuales fueron llevados a un conservador para la observación respectiva a -5 °C. Luego de 15 días de almacenamiento, la calidad de los empaques se evaluó con la escala de evaluación de la Tabla 11.

**Tabla 11.** Escala de calificación del material de empaque realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP / JICA, 1999; ITP, 2005).

Escala de Calificación del Material de Empaque	
<b>0 – 1</b>	Mal sellado no se adecua al producto y presenta vacíos.
<b>1.1 – 2</b>	Regular sellado se adecua parcialmente al producto y no presenta vacíos.
<b>2.1 – 3</b>	Buen sellado se adecua perfectamente al producto no presenta vacíos.

### 3.3.3.1 Análisis estadístico

La calidad de los tres empaques (NP, PAD y PBD) y su efecto en la vida útil del producto filete de trucha fresca y ahumada, se evaluó con tres repeticiones, los valores numéricos obtenidos mediante el análisis organoléptico recomendado por el ITP (1999), fueron obtenidos a partir de la tabla específica para trucha en filete y ahumada envasada al vacío (Tabla 11). Las pruebas experimentales fueron idénticas en procesamiento y tratamiento térmico. El diseño experimental se trabajó con un nivel de confiabilidad del 5%, asimismo se realizó pruebas de análisis de varianza y comparación múltiple de Tukey.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 PRESIONES DE VACÍO EN EL ENVASADO DE TRUCHA

#### 4.1.1 Evaluación organoléptica de la trucha

Previo a realizar los experimentos, los filetes de trucha (materia prima) pasaron por una evaluación organoléptica para determinar su frescura, dichos resultados se presentan en la Tabla 10. En dicha tabla las tres muestras de filetes de trucha, presentaron promedios altos que oscilaron entre 18 en las muestras 1 y 2; mientras que en la muestra 3 tuvo una puntuación de 19, con un promedio general de 18.3, con estos resultados se afirma que los filetes de trucha poseen una muy buena calidad de Bueno con respecto a su frescura.

**Tabla 12.** Evaluación organoléptica de la trucha realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Ojos	4	4	4	4.0
Agallas	3	3	4	3.3
Mucus	4	3	5	4.0
Enrojecimiento ventral	4	4	3	3.6
Superficie al tacto	3	4	3	3.3
Total	18	18	19	18.3

En la investigación los filetes de trucha presentaron una calidad buena en su frescura, lo cual concuerda con García *et al.* (2004), quienes afirman que las características de los productos cárnicos como el sabor, el color, la textura, el valor nutricional y el precio, son considerados importantes para su venta y su consumo; asimismo, Valerio (2016), recomiendan que el filete de trucha debe cumplir con presentar una buena consistencia muscular, no debe observarse separación entre miómeros, no debe tener espinas sueltas, no debe tener olor desagradable (amoniacal o pútrido), la carne no deberá ser picante ni poseer coloración amarillenta en las partes grasas, ni ningún tipo de sabor desagradable (amargo, ácido, salado, etc.), los cuales concuerdan con lo observado en los filetes que fueron parte de la presente investigación.

#### 4.1.2 Efecto de la presión de vacío en la apariencia de la trucha

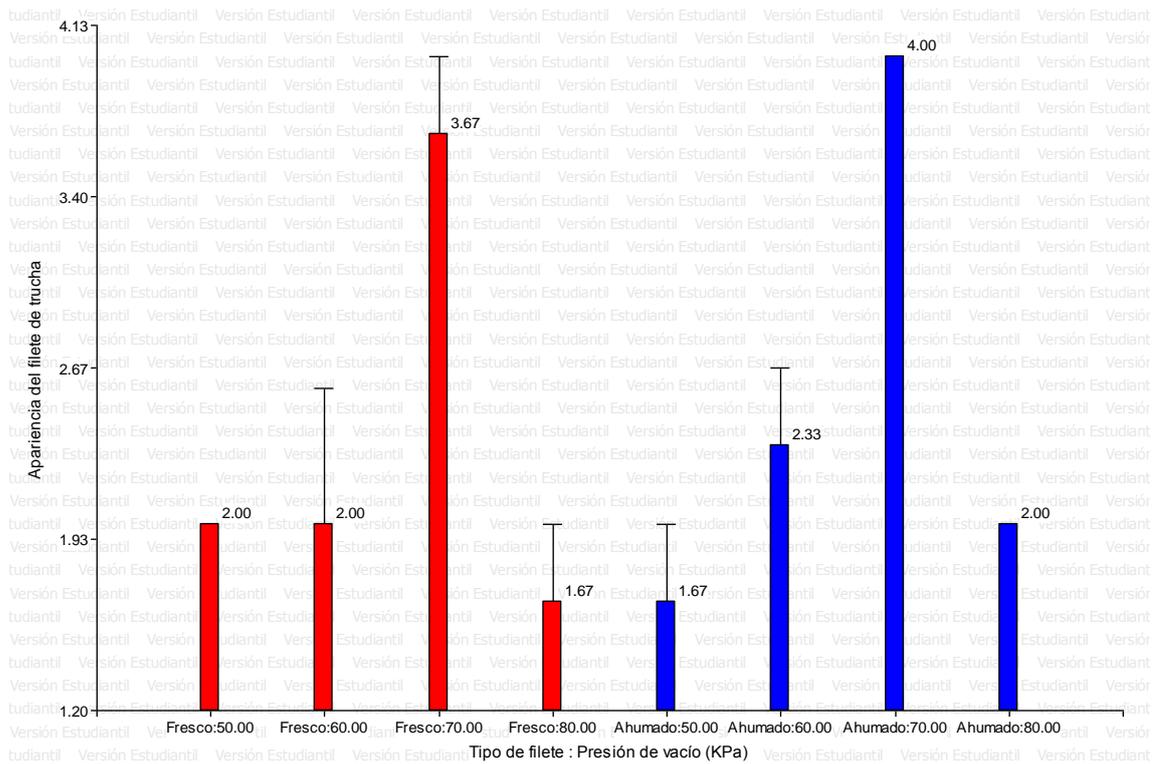
La apariencia del filete fresco sometido a presiones de vacío entre 50 y 80 kPa, presentó promedios que oscilaron entre 1.67 en filetes sometidos a 80 kPa de presión y 3.67 en filetes sometidos a 70 kPa; mientras tanto en filete ahumado, los valores variaron entre 1.67 obtenidos en filetes sometidos a 50 kPa y de 4 en filetes sometidos a 70 kPa (Tabla 11).

De 24 muestras evaluadas, éstas presentaron una dispersión leve ( $CV = 21.58\%$ ), asimismo los valores de apariencia entre los tipos de filete no presentaron diferencia estadística significativa ( $F = 0.61$ ;  $GL = 1$ ;  $P = 0.4433$ ); sin embargo si presentaron diferencia estadística significativa de la apariencia entre los niveles de presión de vacío ( $F = 20.23$ ;  $GL = 3$ ;  $P = 0.0001$ ) (Figura 4), lográndose los mejores promedios significativamente superiores, en los valores de apariencia a una presión de vacío de 70 kPa con un promedio de 3.83, seguidos de las apariencias de filetes sometidos a 60, 50 y 80 kPa con valores promedio de 2.17, 1.83 y 1.83 respectivamente, estos tres últimos no presentaron diferencia estadística significativa según la prueba de contraste de Tukey (Anexo 9).

**Tabla 13.** Calificación de la apariencia del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Presión de vacío (kPa)	Tipo de filete							
	Fresco				Ahumado			
	R1	R2	R3	Prom	R1	R2	R3	Prom
50	2	2	2	2.00	2	2	1	1.67
60	1	3	2	2.00	2	3	2	2.33
70	4	4	3	3.67	4	4	4	4.00
80	1	2	2	1.67	2	2	2	2.00

**Donde:** kPa = kilopascales; R = repetición; Prom = promedio.



**Figura 4.** Comparación de la apariencia del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

La trucha es un producto bandera del Perú, en el que su mayor productor a nivel nacional es la región Puno, actualmente se viene desarrollando mediante jaulas flotantes e infraestructura de concreto (Qollasuyo, 2002), debido a que posee diversos cuerpos acuáticos con estudios limnológicos y batimétricos ideales para la crianza de la trucha (Mantilla, 2004).

Las actividades de procesamiento de trucha en la región Puno, se iniciaron en las décadas de los años 1950 y 1960 (Barreda, 1978), posteriormente inician experiencias de elaboración de graded en salsa de tomate y aceite de diversas especies de carachis (Qollasuyo, 2002), sin tener la sostenibilidad en el procesamiento en el transcurrir de los años; otra experiencia de procesamiento lo constituyó la ONG CIRNMA, el cual procesada hasta 20 toneladas mensuales de trucha (Callohuanca, 2009).

Como se observa en la actualidad estas cifras de procesamiento no cubrirían con la demanda local (Cadena, 2013) y es insuficiente para el abastecimiento al mercado

consumidor (Yapuchura, 2006). Ante ello, el envasado al vacío que consiste en eliminar o retirar al aire dentro del envase, en el cual se encuentra el producto de filete de trucha, se constituyen en una tecnología para productos tales como carnes frescas, carnes curadas, quesos, entre otros productos, este procedimiento se basa en disminuir el porcentaje de oxígeno, con lo que se incrementa el vacío, aumentándose las concentraciones de dióxido de carbono y vapor de agua, este procedimiento en algunas piezas de carne envasadas origina un cambio de color (pardeamiento) que puede producir un rechazo en los consumidores, otra desventaja es la presencia de la acumulación de exudado en el propio envase (López *et al.*, 2017).

#### **4.1.3 Efecto de la presión de vacío en la textura del filete de trucha**

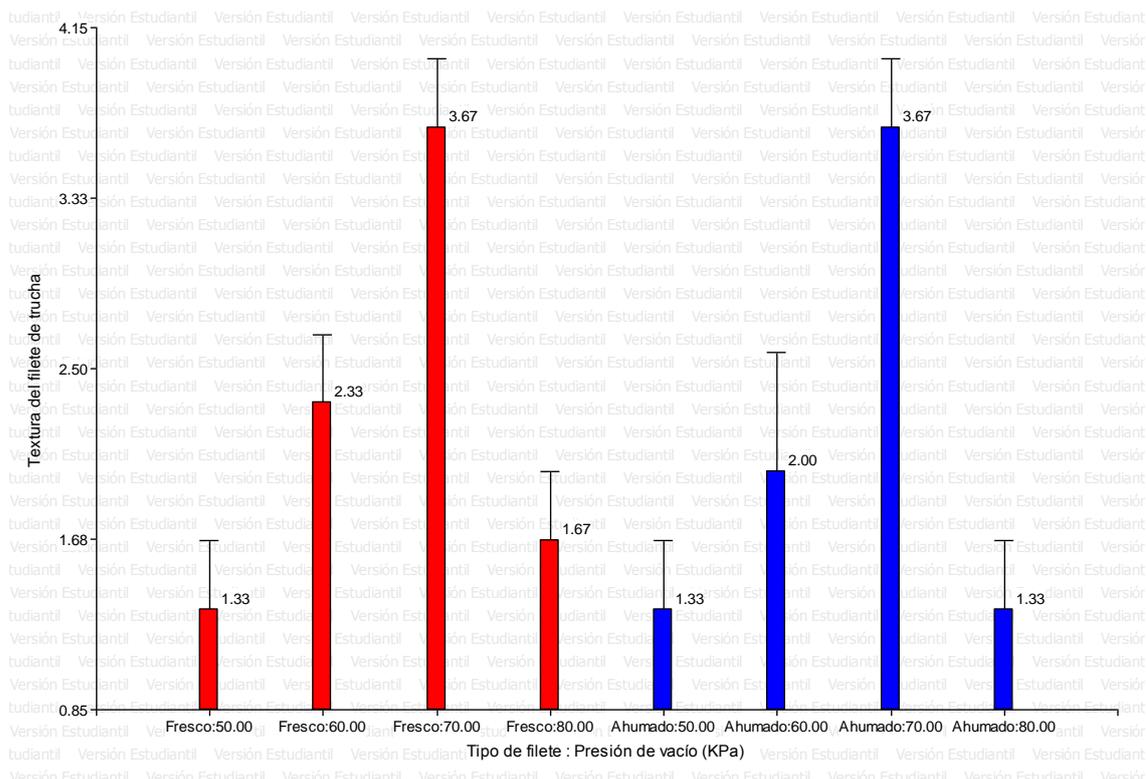
La textura del filete fresco sometido a presiones de vacío entre 50 y 80 kPa, presentaron promedios que oscilaron entre 1.67 en filetes sometidos a 80 kPa de presión y 3.67 en filetes sometidos a 70 kPa; por otro lado, en filete ahumado, los valores variaron entre 1.33 obtenidos en filetes ahumados sometidos a 50 y 80 kPa y de 3.67 en filetes sometidos a 70 kPa, seguido de los filetes ahumados sometidos a 60 kPa, con valores de textura de 2 (Tabla 12).

De 24 muestras tasadas, éstas presentaron una dispersión leve ( $CV = 27.68\%$ ), pero los valores de textura entre los tipos de filete no presentaron diferencia estadística significativa ( $F = 0.46$ ;  $GL = 1$ ;  $P = 0.5042$ ); sin embargo si presentaron diferencia estadística significativa de la textura entre los niveles de presión de vacío ( $F = 18.85$ ;  $GL = 3$ ;  $P < 0.0001$ ) (Figura 5), lográndose los mejores promedios significativamente superiores, en los valores de textura a una presión de vacío de 70 kPa con un promedio de 3.67, seguidos de las texturas de filetes sometidos a 60, 80 y 50 kPa con valores promedio de 2.17, 1.50 y 1.33 respectivamente, estos tres últimos no presentaron diferencia estadística significativa según la prueba de contraste de Tukey (Anexo 10).

**Tabla 14.** Calificación de la textura del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Presión de vacío (kPa)	Tipo de filete							
	Fresco				Ahumado			
	R1	R2	R3	Prom	R1	R2	R3	Prom
50	1	2	1	1.33	1	1	2	1.33
60	2	3	2	2.33	2	3	1	2.00
70	4	3	4	3.67	3	4	4	3.67
80	1	2	2	1.67	1	1	2	1.33

Donde: kPa = kilopascales; R = repetición; Prom = promedio.



**Figura 5.** Comparación de la textura del filete de trucha, según los niveles de vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

La textura es uno de los parámetros de calidad más importantes que determina la sensación global de la percepción sensorial de los productos pesqueros (Guijarro, 2007),

donde está compuesta por distintos parámetros tales como la firmeza, la dureza, la fragilidad, la adhesividad, la cohesividad, la elasticidad y la viscosidad, este parámetro viene influenciado por varios factores tales como la extensión del rigor mortis, la proporción y extensión de la declinación del pH post mortem, y la proporción y extensión de la proteólisis, causando ruptura miofibrilar. Otros parámetros como el contenido de grasa, ácidos grasos y distribución de la grasa en el músculo influyen en la firmeza de la carne (Sigurgisladottir *et al.*, 1997).

En contraste con otros peces, la firmeza varía a lo largo del filete de salmón, tal como lo afirma Sigurgisladottir *et al.* (1997), quienes encontraron que los filetes de salmón eran más duros cerca de la cabeza que hacia la cola, en tal sentido la composición química y estructura física también varía a lo largo del filete y puede afectar las propiedades texturales, por lo tanto, el lugar de donde es extraída la muestra es de mucha importancia y debe ser considerado cuando se midan las propiedades texturales en el filete (Jonsson *et al.*, 2001).

Baslar *et al.* (2015), afirma que el pescado es un alimento con un alto contenido de proteínas y valor nutricional, su conservación es difícil, ante ello se cuenta con métodos para conservarlos, tales como la combinación de tratamiento con ultrasonido y secado al vacío y así acortar el tiempo de secado, creándose una presión ambiental mucho menor que la presión atmosférica, lográndose la evaporación del agua a bajas temperaturas, incrementando la velocidad de secado y la transferencia de agua, por otro lado, Pacori y Aguilar (2015), adicionando mezclas de fosfatos, lograron las propiedades sensoriales, así como también la inhibición del desarrollo microbiano; sin embargo, Díaz (2008), indica que se debe considerar también otros parámetros como el pH, para mejorar la performance de los productos pesqueros.

García *et al.* (2006), reporta que en la tecnología denominada envasado al vacío, posee ventajas en su aplicación industrial del procesamiento de filetes de peces, ya que ante la ausencia de oxígeno se inhibe el crecimiento de numerosos microorganismos (aerobios) y las reacciones de oxidación, impidiéndose la pérdida de humedad y la retención de compuestos volátiles responsables de su aroma, asimismo, Cahueñas (2011), trabajando con filetes de tilapia empacadas al vacío, logró que 90 jueces logaran la satisfacción del

sabor, olor, color y textura, por lo que se constituye en una tecnología apropiada para la conservación de los productos hidrobiológicos.

## 4.2 VIDA ÚTIL DE TRUCHA ENVASADO AL VACÍO POR 15 DÍAS

### 4.2.1 Efecto del tiempo de vida útil en la textura del filete de trucha

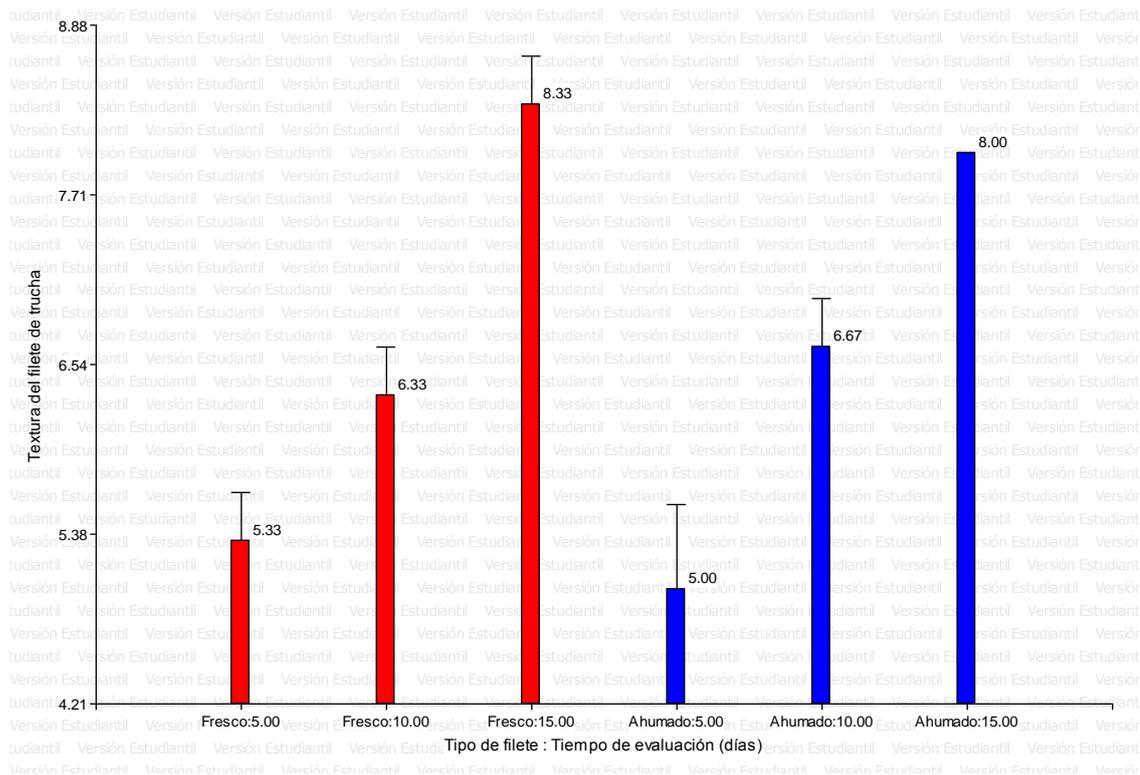
La textura del filete fresco sometido a presiones de vacío de 70 kPa, los cuales fueron los que presentaron mejores características organolépticas, presentaron promedios que oscilaron entre 5.33 en texturas de filetes evaluados a los 5 días y 8.33 en filetes evaluados a los 15 días; por otro lado, en el filete ahumado, los valores variaron entre 5.00 obtenidos en filetes ahumados evaluados a los 5 días y de 8.00 en filetes evaluados a los 15 días (Tabla 13).

De 18 muestras evaluadas, éstas presentaron una dispersión baja ( $CV = 9.14\%$ ), pero los valores de textura entre los tipos de filete no presentaron diferencia estadística significativa ( $F = 0.15$ ;  $GL = 1$ ;  $P = 0.7023$ ); sin embargo si presentaron diferencia estadística significativa de la textura entre los tiempos de evaluación ( $F = 37.13$ ;  $GL = 2$ ;  $P < 0.0001$ ) (Figura 6), lográndose los mejores promedios significativamente superiores, en los valores de textura al día 15 de evaluación con un promedio de 8.17, seguido de las texturas de filetes evaluadas a los 10 días con un promedio de 6.50 y a los 5 días con un promedio de 5.17 (Anexo 11).

**Tabla 15.** Calificación de la textura del filete de trucha, sometida a 70 kPa durante tres tiempos de evaluación (días), realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Tiempo de evaluación (días)	Tipo de filete							
	Fresco				Ahumado			
	R1	R2	R3	Prom	R1	R2	R3	Prom
5	5	6	5	5.33	4	6	5	5.00
10	6	6	7	6.33	7	7	6	6.67
15	8	8	9	8.33	8	8	8	8.00

**Donde:** kPa = kilopascales; R = repetición; Prom = promedio.



**Figura 6.** Comparación de la textura del filete de trucha, sometida a 70 kPa durante tres tiempos de evaluación (días), realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Los resultados de tiempo de vida útil para los filetes de trucha se encontró a los 15 días de evaluación, resultados contrarios obtuvieron Reyes y Arocha (2000), quienes determinaron el tiempo de vida útil de filetes de bagre cacumo (*Bagre marinus*) mantenidos en hielo y el efecto de tres tratamientos diferentes: Inmersión en agua clorada (150 ppm de cloro) y embolsado; inmersión en agua y embolsado y Sin tratamiento, no observándose procesos de oxidación en ninguna de las muestras y su tiempo de vida útil de las muestras empacadas fueron de 20 días y en muestra sin empaque fue de 14 días, está diferencia se debería a que en la presente investigación se realizó en filetes sometidos a presión de vacío, mientras que éstos investigadores trabajaron en muestras congeladas.

En la investigación no se consideró la evaluación de la carga microbiana, más bien si la calificación de la textura, lográndose mejores resultados a los 15 días de evaluación, corroborando, Espinosa (2015), confirma que el tratamiento de filetes de pescado con tecnologías de conservación en altas presiones hidrostáticas, posee ventajas ciertas desventajas ya que no eliminan la carga microbiana inicial de aerobios mesófilos de los

platos tal, tal como esperaba el investigador, a pesar de que los recuentos microbianos están dentro de lo admisible por la normalidad alimentaria durante al menos 62 días, asimismo, confirma también que los atributos de la textura fueron mejorados al aplicar altas presiones (600 MPa), implicando la mejora en la calidad sensorial, razón que la presión al vacío se constituiría en un tecnología adecuada para la conservación de la textura del filete de trucha, por otro lado Chaparro *et al.* (2010), aplicando altas presiones de vacío de 300 mm de Hg en un tiempo de 30 minutos se observó la ganancia de sólidos con reducción en la velocidad de pérdida de agua, lo cual es un factor importante para el mantenimiento de la calidad del producto.

#### **4.2.2 Efecto del tiempo de vida útil en el sabor del filete de trucha**

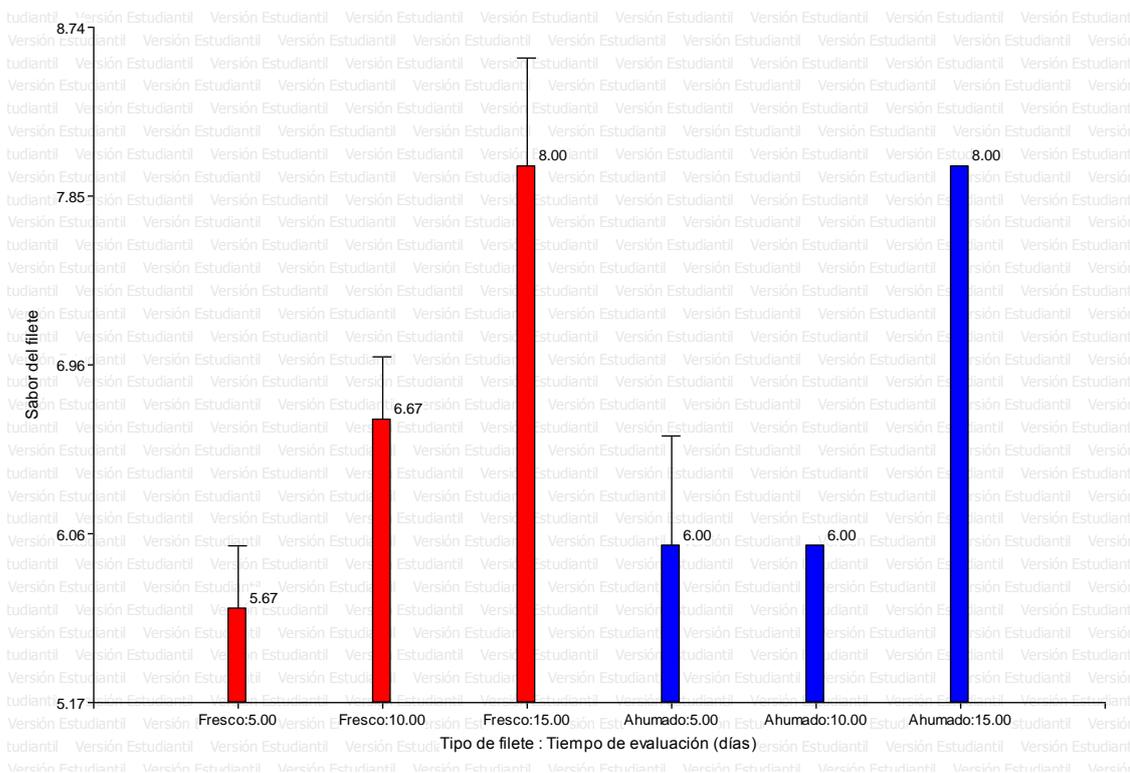
El sabor de los filetes frescos sometido a presiones de vacío de 70 kPa, presentaron promedios que fluctuaron entre 5.67 en texturas de filetes evaluados a los 5 días y 8.00 en filetes frescos evaluados a los 15 días; por otro lado, en el filete ahumado, los valores variaron entre 6.00 obtenidos en filetes ahumados evaluados a los 5 y 10 días respectivamente y de 8.00 en filetes evaluados a los 15 días (Tabla 14).

De 18 muestras estimadas, éstas presentaron una dispersión baja ( $CV = 9.83\%$ ), pero los valores de textura entre los tipos de filete evaluados no presentaron diferencia estadística significativa ( $F = 0.13$ ;  $GL = 1$ ;  $P = 0.7266$ ); sin embargo si presentaron diferencia estadística significativa los valores de sabor según los tiempos de evaluación ( $F = 17.69$ ;  $GL = 2$ ;  $P = 0.0001$ ) (Figura 7), lográndose los mejores promedios significativamente superiores, en los valores de sabor al día 15 de evaluación con un promedio de 8.00, seguido de los valores de sabor en filetes evaluados a los 10 y 5 días con valores promedio de 6.33 y 5.83 respectivamente, entre éstos últimos no presentaron diferencia estadística significativa según la prueba de Tukey (Anexo 12).

**Tabla 16.** Calificación del sabor del filete de trucha, según los tiempos de evaluación de vida útil, realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Tiempo de evaluación (días)	Tipo de filete							
	Fresco				Ahumado			
	R1	R2	R3	Prom	R1	R2	R3	Prom
5	5	6	6	5.67	7	6	5	6.00
10	7	6	7	6.67	6	6	6	6.00
15	7	8	9	8.00	8	8	8	8.00

Donde: kPa = kilopascales; R = repetición; Prom = promedio.



**Figura 7.** Comparación del sabor del filete de trucha, según los tiempos de evaluación de vida útil, realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

En la investigación el sabor del filete fue mejor a los 15 días de evaluación, este resultado coincide con los mencionado por Huss *et al.*, (1999), quienes afirman que la conservación hasta el quinto día conservado al medio ambiente y hasta los 18 días conservado en

refrigeración mantiene sus características, pero aun conservando su textura, lo contrario sucede con los productos conservados en refrigeración que conservan buena apariencia hasta los 18 días, por otro lado el ITP – JICA (1996), manifiesta que los cambios progresivos de las propiedades eléctricas de la piel y del tejido proporcionan un medio de medir el grado de alteración de la mayoría de los tipos de filetes de peces conservados en pack o al vacío, el cual afecta en tiempo y temperatura la apariencia del mismo, relacionado sobre todo a la eliminación de fluidos y generación de gases.

La apariencia externa en productos refrigerados también se ve afectada, manifestándose en el pescado blanco y los mariscos la presencia de zonas opacos y amarillentos (ITP – JICA, 1996), los efectos sobre el color se incrementan, si el pescado se deja secar, siendo un fenómeno es típico en productos refrigerados y congelados; la deshidratación es perjudicial por sí misma, ya que el producto pierde peso y la superficie del pescado se vuelve seca y porosa irreversiblemente (Gruda y Postolski, 1984), en general todo el pescado destinado a procesamiento se tiende a refrigerar o congelar, eficazmente en cualquier etapa del rigor, pero pueden presentarse problemas de acortamiento y cambios en el color especialmente en filetes refrigerados, debido a que la carne se fija de una forma inadecuada durante la refrigeración y congelación (Herrmann, 1976).

El sabor y la textura de los filetes de trucha fresca y ahumada se obtuvieron a los 15 días de evaluación, las alteraciones de la textura se debería al uso de bolsas de polietileno de baja densidad ya que ofrecen baja resistencia al paso de aire y oxígeno, activándose las enzimas para actuar sobre las proteínas, ocasionándose la desnaturalización y degradación de proteínas musculares (específicamente proteínas miofibrilares) (Cavieres, 2010), provocando la disminución de su firmeza en los filetes, por otro lado, Sigurgisladottir *et al.* (1997), afirman que la textura depende de distintos parámetros como la firmeza, la dureza, la fragilidad, la adhesividad, la cohesividad, la elasticidad y la viscosidad, así como también por la extensión del rigor mortis, la declinación del pH post – mortem y la extensión de la proteólisis, originando ruptura miofibrilar, otros parámetros que influyen en la firmeza de la carne son el contenido de grasa, los ácidos grasos y la distribución de grasa en el músculo.

#### 4.3 CALIDAD DE LOS EMPAQUES DEL PRODUCTO ENVASADO DE TRUCHA

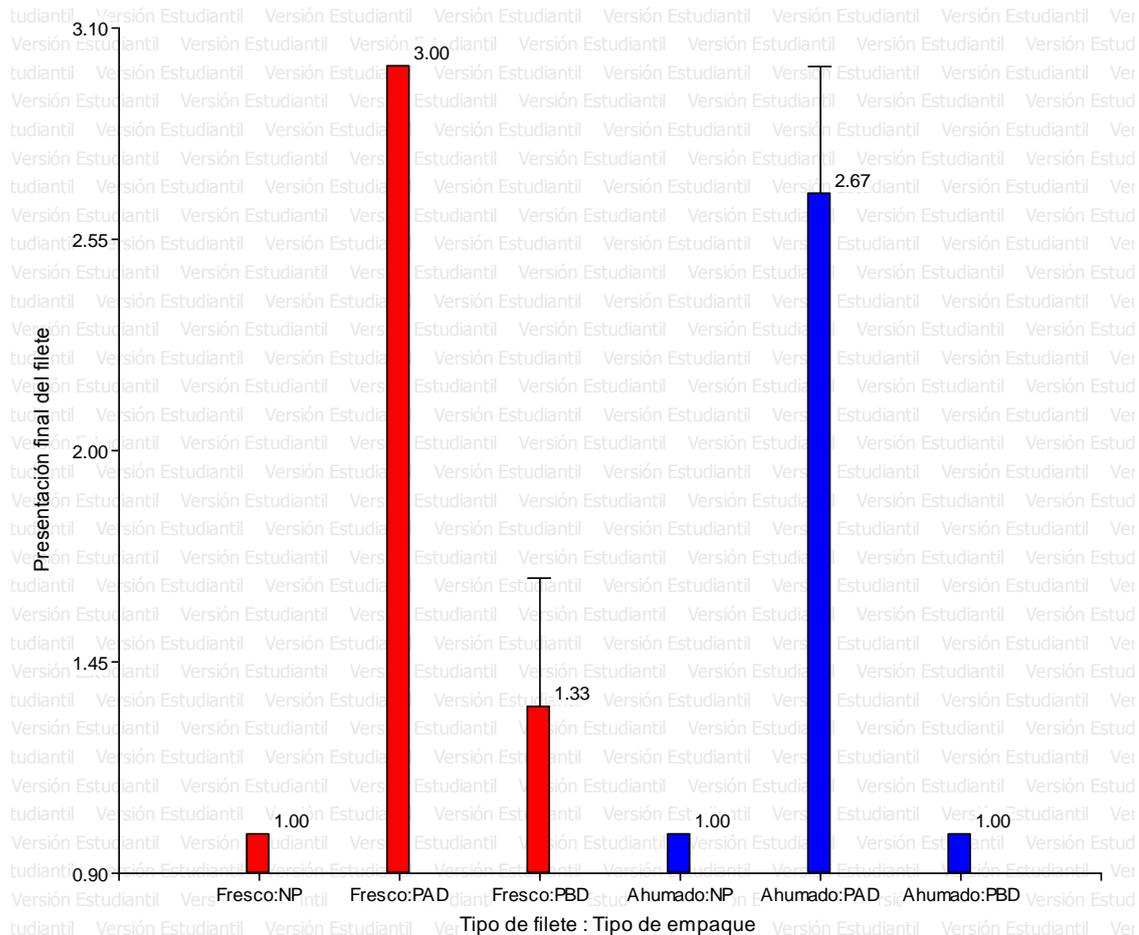
El producto de filete envasados en tres tipos de empaques, presentaron calificaciones promedios que oscilaron entre 1.00 en filetes empacados en Nylon Polietileno (NP) y promedios de 3.00 en filetes empacados en Polietileno de Alta Densidad (PAD); por otro lado, en filete ahumado, los valores variaron entre 1.00 obtenidos en filetes ahumados empacados en NP y Polietileno de Baja Densidad (PBD) y calificaciones de 2.67 como promedio en filetes ahumados empacados en PAD (Tabla 15).

De 18 muestras evaluadas, éstas presentaron una dispersión leve ( $CV = 19.27\%$ ), pero las calificaciones del empaque entre los tipos de filete no presentaron diferencia estadística significativa ( $F = 2.15$ ;  $GL = 1$ ;  $P = 0.1643$ ); sin embargo si presentaron diferencia estadística significativa según el tipo de empaque ( $F = 59.77$ ;  $GL = 2$ ;  $P < 0.0001$ ) (Figura 8), lográndose los mejores promedios significativamente superiores, en filetes empacados en PAD con un promedio de 2.83, seguidos de los filetes empacados en PBD y NP con promedios de 1.17 y 1.00 respectivamente, estos dos últimos no presentaron diferencia estadística significativa según la prueba de contraste de Tukey (Anexo 13).

**Tabla 17.** Calificación del producto final del filete de trucha, luego de 15 días de vida útil realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Tipo de empaque	Tipo de filete							
	Fresco				Ahumado			
	R1	R2	R3	Prom	R1	R2	R3	Prom
<b>Nylon polietileno (NP)</b>	1	1	1	1.00	1	1	1	1.00
<b>Polietileno alta densidad (PAD)</b>	3	3	3	3.00	3	2	3	2.67
<b>Polietileno baja densidad (PBD)</b>	2	1	1	1.33	1	1	1	1.00

**Donde:** kPa = kilopascales; R = repetición; Prom = promedio.



**Figura 8.** Comparación de la presentación final del producto trucha, luego de 15 días de vida útil realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

Los empaques de los filetes poseen un comportamiento decisivo en un producto pesquero, en tal sentido, la vida útil depende del envase y/o embalaje, así como la composición química entre ellos, ya que muchas veces actúa como protector y en otros deteriora el producto o los deteriorarlo con mayor velocidad (ITP / JICA, 1999), Desrosier (1999), indica que la bolsa de plástico es un material cotidiano utilizado para transportar mercancías, haciéndose rápidamente muy populares, debido especialmente a su distribución gratuita en supermercados entre otras tiendas. En relación a la evaluación de filete de trucha ahumada empacada al vacío, se menciona que el producto ahumado por el mismo proceso de deshidratación y compactación muscular es mucho más estable que el filete fresco, por ende, el producto se adapta con mayor facilidad al empaque, generando un mejor cierre y presencia.

La conservación en sentido implica también el mantenimiento de las propiedades organolépticas de los componentes grasos, la acción antioxidante del ahumado no ofrece la menor duda, para convencerse de ello, no hay más que comparar un embutido desecado al aire con otro sometido a la acción del humo (Orna, 2008), la refrigeración a la que fue el producto incide directamente sobre el empaque que protege el producto, especialmente cuando los poros de los mismos no permiten el paso de la humedad, y tratándose de un producto higroscópico el papel de alargar la vida útil del producto es fundamental, por tal motivo el binomio empaque y presión conlleva a generar estabilidad y no perder las características organolépticas del filete ahumado (García *et al.*, 2006).

Los efectos relacionados con la conservación no suelen estimarse tanto, muchas veces sólo el técnico sabe apreciar correctamente la importancia tecnológica, la acción antioxidante y las reacciones de los componentes del humo; por otro lado, el consumidor prefiere con toda seguridad el color moreno de la carne ahumada y muchos productos adquieren un aspecto atractivo gracias al ahumado y para algunos es característico el color oscuro o negro que origina el humo (Orna, 2008), sin embargo la firmeza varía a lo largo de los diferentes filetes, en el caso del filete del salmón, Sigurgisladottir *et al.* (1997), encontraron que los filetes fueron más compactos cerca de la cabeza que hacia la cola del pescado, la composición química y estructura física también puede variar a lo largo del filete y puede afectar las propiedades texturales.

En la investigación se determinó que el mejor empaque fue el PAD, manteniendo las características organolépticas de apariencia, textura y sabor, esto se debería que el empaque evita el ingreso de oxígeno y la activación de enzimas y por ende la generación de malos olores en algunas muestras, debido a que las bolsas al perder vacío dejan pasar aire y comienza la actividad enzimática generando la histamina, la putresina, la cadaverina y la tiramina), asimismo los envases de Polietileno de Alta Densidad (PAD), presentan sensibilidad y barrera al oxígeno, evitando la oxidación, pero se presenta deshidratación del filete de trucha por lo tanto el PAD no presenta buena barrera a la humedad ni tiene flexibilidad, pero ante un buen manejo se constituye en el mejor empaque.

Los resultados de la investigación concuerdan con lo manifestado por Cavieres (2010), ya que afirma que la textura no se mantiene en bolsas de polietileno de baja densidad

(PBD), debido a que ofrecen poca resistencia al paso del aire y el oxígeno, propiciando el actuar de las enzimas propias del pescado en degradar las proteínas, en tal sentido el deterioro de la firmeza de los filetes de salmón durante el almacenamiento congelado es causado por la desnaturalización y degradación de las proteínas musculares.

## V. CONCLUSIONES

- El nivel óptimo de vacío para envasar filete de trucha y filete de trucha ahumada en la máquina de vacío de dos campanas, es de 70 kPa.
- La vida útil del producto se mantuvo estable en refrigeración a 5°C, presentando buenas condiciones hasta el quinto día el filete de trucha, así mismo el filete de trucha ahumada presentó buenas características hasta el décimo quinto día.
- El mantener más adecuado para envasar al vacío filete de trucha y filete ahumada es el Polietileno de Alta Densidad (PAD), seguido del Polietileno de Baja Densidad (PBD) y por último el Nylon Polietileno (NP).

## VI. RECOMENDACIONES

- Investigar el envasado al vacío de trucha con nuevos tipos de envases sintéticos aluminizados que presentan buenas barreras a la penetración de humedad y evitan la deshidratación del producto.
- Investigar el uso de gases en el proceso de sellado como apoyo a la conservación de productos de origen hidrobiológico para mantener una mayor estabilidad interna y alargar la vida.
- Almacenar en congelado el producto filete de trucha y filete de trucha ahumada empacado al vacío, para determinar la vida útil del producto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALBUENA, E. (2014). Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura. Elaborado en el marco del Proyecto: TCP/PAR/3401 "Implementación del Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Paraguay" FAO. 70 p.
- BARREDA, M. (1978). Ictiología General. Lima – Perú.
- BASLAR, M., KILICLI, M. y YALINKILIC B. (2015). Dehydration kinetics of salmon and trout vacuum drying as a novel technique. *Ultrasonics Sonochemistry*. Vol. 27: 495 – 502.
- BERNARDI, D., TEIXEIRA, E. y QUEIROZ, M. (2013). El método del índice de Calidad para evaluar la frescura y la vida útil del pescado. *Braz. Arch. Biol. Technol.* Vol. 56 (4): 583 – 598.
- BERTULLO, V. (1975). Tecnología de los Productos Pesqueros y Subproductos de Pescados, Moluscos y Crustáceos. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- BLANCO, C. M. (1984). La Trucha Cria Industrial. Edit. Mundi-Prensa. Madrid. 503 p.
- BLANCO, C. M. (1994). La Trucha Cria Industrial. Segunda Edición. Edit. Mundi-Prensa. Madrid España.
- BRÍOS, J. (2014). Envases y embalajes para la exportación de filetes de tilapia (*Oreochromis sp*). Informe final de investigación. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, Universidad Nacional del Callao. 279 p.
- CADENA, L. (2013). Producción y comercialización de filetes de trucha orgánica. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Las Américas. Ecuador. 187 p.
- CAHUEÑAS, E. (2011). Desarrollo de filete de tilapia salado, seco, ahumado y empacado al vacío. Tesis de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito – Ecuador. 117 p.
- CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. (2012). Etiqueta, envase, empaque y embalaje. Página web: <http://www.slideshare.net/victorhdezr/etiqueta-envase-empaque-embalaje>. Fecha de revisión: 16 de octubre del 2016.
- CCALLO, F. (2009). Congelación y refrigeración de filetes de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío. Tesis de Ingeniero Agroindustrial.

- Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.  
92 p.
- CALLOHUANCA, N. (2009). Ensilado Biológico de Residuos de Trucha, Tesis Facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno.
- CARRILLO, D. y GUZMÁN, K. (2007). Plan de Negocios Procesamiento y Comercialización de Pescado Ahumado en el Departamento de Risaralda. Trabajo de grado Facultad de Ingeniería Industrial Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira – Colombia. 325 p.
- CAVIERES, C. L. (2010). Determinación de la Pérdida de Calidad Funcional, Química, Sensorial y Microbiológica del Belly de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mikiss*) Durante su Conservación en Refrigeración. Tesis Santiago: Universidad de Chile.
- CHAPARRO, L., SOTO, N., GARCÍA, T., GUTIÉRREZ, J. y PALMERO, JHONNY. (2010). Efecto de la presión de vacío, sólidos solubles totales y tiempo de procesamiento sobre la deshidratación osmótica de rebanadas de melón. Revista Bioagro. Vol. 22 (3): 223 – 228.
- CHIMPÉN, L. (2016). El Proceso de Ahumado en Frio para Especies de Alto Valor Comercial. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. 13 p.
- CODEX, (1999). Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias. Roma. 202 p.
- DEL POZO, C. (2002). La Técnica del Vacío en la Cocina. Monografía. Barcelona. 17 p.
- DEL VALLE, A. 2016. Materiales Complejos para el Envasado de Alimentos en Vacío o en Atmósfera Modificada (MAP). Página web: [http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/7381D4D08275908BC1256F250063FA93/\\$FILE/Materiales%20complejos%20Vac%C3%ADo-MAP.SUEDPACK.pdf?OpenElement](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/7381D4D08275908BC1256F250063FA93/$FILE/Materiales%20complejos%20Vac%C3%ADo-MAP.SUEDPACK.pdf?OpenElement). Fecha de revisión: 10 setiembre del 2016.
- DESROSIER, N. (1999), Conservación de los Alimentos. Compañía Editorial Continental S. A. México.
- DÍAZ, J., PÉREZ, M. Y TOTOSAUS, A. (2008). Efecto del pH y de la adición de fosfatos de sodio sobre las propiedades de gelificación y emulsión de surimi de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Revista Cienc. Tecno. Aliment. Campinas. Vol. 28 (3): 691 – 695.
- DIREPRO – Puno, (2015). Memoria Anual Informativo.

- ESPINOSA, M. (2015). Envasado, conservación y desarrollo de nuevos productos de Dorada (*Sparus aurata*). Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. España. 213 p.
- FERNÁNDEZ, S., POLLAK, A. & VITANCUR, J. (1995). Pescado Ahumado Artesanalmente. Ensayos Tecnológicos. Serie: Documentos de Trabajo N° 10. I.I.P. – PROBIDES. 69 p.
- GARCÍA, E., GAGO, L., FERNÁNDEZ, J. (2006). Tecnología de Envasado en Atmósfera Protectora. Impresión Elecé Industria Gráfica Madrid España. 143 p.
- GARCÍA, J., ALFARO, R., NÚÑEZ, F. Y ESPINOSA, M. (2004). Efecto del sistema de producción sobre la calidad sensorial de filete ahumado de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson. Revista Hidrobiológica. Vol. 14 (1): 55 – 60.
- GRUDA, Z. y POSTOLSKI, J. (1984). Tecnología de la congelación de los alimentos. Ed. Acribia. España. 631 p.
- GUIJARRO, J. (2007). Desarrollo de un sistema de envase y embalaje para la exportación del filete de tilapia roja ecuatoriana hacia el mercado norteamericano. Tesis de Ingeniero en Ciencias Económicas y Financieras. Escuela de Ciencias, Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador. 254 p.
- HERMANN, K. (1976). Alimentos Congelados Tecnología y Comercialización. Ed. Acribia. España. Pág.: 36-37.
- HUET, M. (1998), Tratado de Piscicultura. Ediciones Mundi-Prensa. Argentina. 4ta. Edición.
- HUSS, H. H. (1997). Pescado fresco y cambios de su calidad. FAO. Documento Técnico de Pesca N° 348. FAO, Roma.
- HUSS, HH. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS, (1999). Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. Editorial Food And Agriculture Organizations.
- HYLDIG, G., BREMNER, A., MARTINSDÓTTIR, E. y SCHELVIS, R. (2004). Quality Index Methods. In: Nollet LML, Boylston T, Chen F, editors. Handbook of meat, poultry and seafood quality. Oxford: Blackwell. p. 499 – 510.
- IMARPE – IPT, (1996). Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. Editorial Stella. Callao – Perú. 142 p.
- ITP – BID - UDEP (1999). Curso Nacional: Manipulación y Procesamiento de pescado fresco – Procesamiento Artesanal de Productos Pesqueros. Editorial Graficas Especializadas E.I.R.L., Callao – Perú. 63 p.

- ITP – JICA (1999). XV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Control de Calidad de Productos Pesqueros. Editorial Graficas Especializadas E.I.R.L., Callao – Perú. 76 p.
- ITP - JICA (1996). XII Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Productos Congelados y Pasta de Pescado. Talleres Gráficos de Víctor Castillo Maúrtua, Callao – Perú. 159 p.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO. I.T.P (1996); Curso Internacional sobre procesamiento pesquero para la seguridad alimentaria. Aseguramiento de Calidad. Callao - Perú.
- JONSSON, A., SINGUSTGISLADOTTIR, S., HAFSTEINSSON, H., & KRITSBERGSSON, K. (2001). Textural properties of raw Atlantic salmón (Salmo salar) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. *Aquaculture Nutrition*. Vol. 2: 1 – 9.
- LÓPEZ, R., TORRES, T. y ANTOLÍN, G. (2017). Tecnología de envasado y conservación de alimentos. USMP, Universidad San Martín de Porres. Página web: [http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20\(1\).pdf](http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20(1).pdf). Fecha de revisión: 28 de agosto del 2017.
- MANTILLA, B. (2004). *Acuicultura: Cultivo de Truchas en Jaulas Flotantes*. editorial Palomino, Lima Perú.
- MANALILI, N., DORADO, M. Y VAN OTTERDIJK, R. (2014). Soluciones apropiadas para el envasado de alimentos en los países en desarrollo. FAO, Organización de las Naciones Unidas de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma – Italia. 44 p.
- MARTINSDÓTTIR. E., LUTEN, J., SCHELVIS, A. y HYLDIG, G. (2003). Developments of QIM - past and future. In: Luten JB, Oehlenschläger J, Ólafsdóttir G, editors. *Quality of fish from catch to consumer*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. p. 265-272.
- MENDOZA, R. y PALOMINO, A. (2004). *Manual de Cultivo de Truchas Arco Iris en Jaulas*. Sub Proyecto “Programa de Transferencia de Tecnología en Acuicultura para Pescadores Artesanales y Comunidades Campesinas. 115 p.
- ORNA, E. (2008). *Tecnología Pesquera en Transformación*. Primera Edición. Editorial Econocopy.

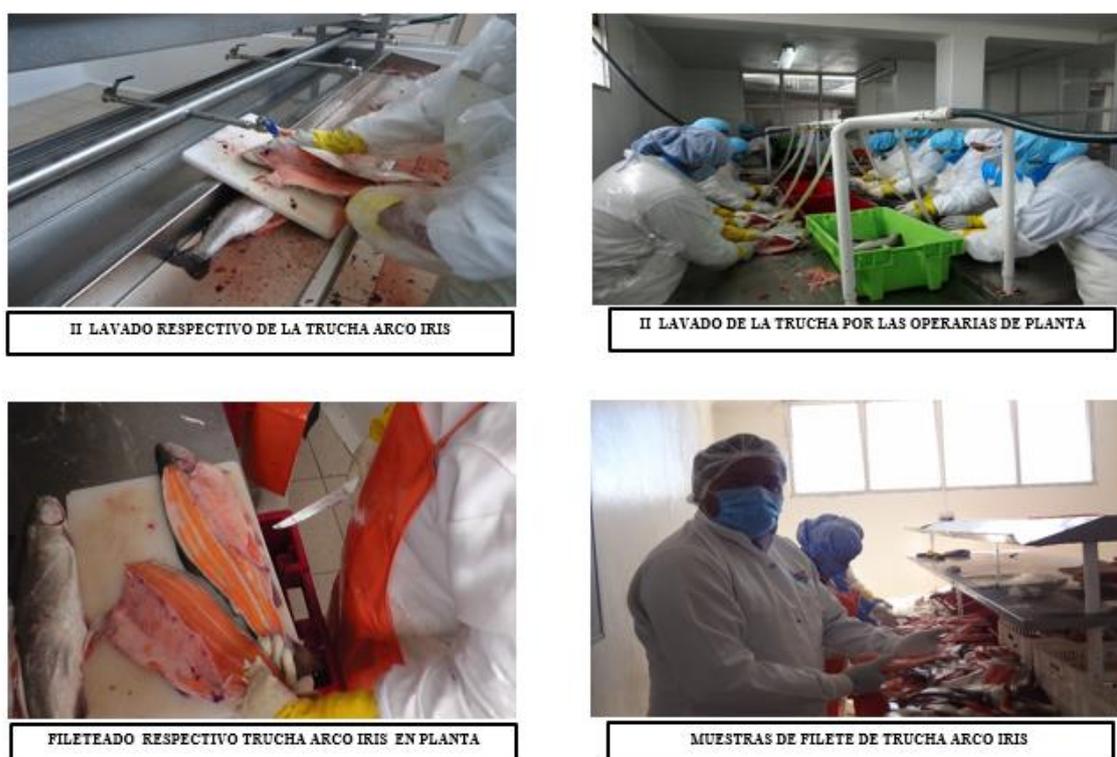
- PACORI, W. y AGUILAR, W. (2015). Adición de fosfatos como mejoradores de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas en el filete de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasados al vacío. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial UNA – Puno.
- PAUCAR, L. (2014). Proceso de elaboración de pescado ahumado. Diapositivas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. 12 p. Página web: [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/semana\\_15\\_pescado\\_ahumado.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/semana_15_pescado_ahumado.pdf). Fecha de revisión: 15 noviembre del 2016.
- QOLLASUYO ASOCIACIÓN IIP, (2002). Referencias Bibliográficas Sobre el Lago Titicaca y las Especies Ícticas Nativas. Puno Perú. 87 p.
- RAGASH PERÚ (2009). Manual de Crianza de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual editado por CEDEP, Municipalidad Distrital de Ragash y Antamina. Ancash – Perú. 25 p.
- REYES, G. y AROCHA P. (2000). Determinación del tiempo de vida útil de filetes de bagre cacumo (*Bagre marinus*) almacenado en hielo. Saber. Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 12 (1): 48 – 53.
- SIGURGISLATOTTIR, S., TORRISEN, O., LIE, O., THOMASSEN, M. y HAFSTEINSSON, H. (1997). Salmon quality: Methods to determine the quality parameters. Rev. Fish Science. Vol. 5: 1 – 30.
- VALERIO, J. (2016). Evaluación sensorial de la calidad del pescado fresco. Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Peru. 10 p.
- VARGAS, R y CHOQUE, G. (2010). Evaluación del Tiempo y Temperatura de Ahumado de Filetes de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y Alpaca (*Lama pacos*) en un Horno Ahumador. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial UNA – Puno.
- VARONA, J. (2006). El vacío, la presión y los gases inertes: los alimentos de la cuarta y quinta gama. Curso: Cultura Gastronómica y Ciencias de la Alimentación. INESMA.org. 8 p.
- YAPUCHURA, A. (2006). Producción y comercialización de truchas en el departamento de Puno y nuevo paradigma de producción. Tesis de Magister en Investigación de Operaciones y Sistemas. Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- WINDSOR, M; BARLOW, S. (1984). Introducción a los subproductos de pesquería. Editorial Acribia. Zaragoza - España.

ZAMBRANO, E. (2014). Análisis y perspectivas de las PYMES ecuatorianas para exportar productos del mar de interés comercial hacia China. Tesis de Magister en Administración de Empresas con mención Negocios Internacionales. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito – Ecuador. 224 p.

ANEXOS



**Figura 9.** Fotografías de recepción de trucha fresca materia prima en planta, primer lavado y eviscerado en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.



**Figura 10.** Fotografías de segundo lavado y fileteado de trucha realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.



EN PLENO MAQUILLADO DEL FILETE DE TRUCHA ARCO IRIS



FILETES MAQUILLADOS POR LAS OPERARIAS DE PLANTA



SANITIZANDO FILETES PARA ENVASADO AL VACÍO Y AHUMADO



MÁQUINA DE DOBLE CAMPANA PARA FILETES ENVASADO AL VACÍO

**Figura 11.** Fotografías deshuesado del filete de trucha, sanitizado para ahumado y envasado al vacío realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.



ENVASADO AL VACÍO LOS FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS EN MÁQUINA RESPECTIVA DE DOBLE CAMPANA



MUESTRA DE FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS LISTOS ENVASADOS AL VACÍO



FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS ENVASADOS AL VACÍO PARA ALMACENAMIENTO



FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS EN PROCESO DE AHUMADO EN EL AHUMADOR

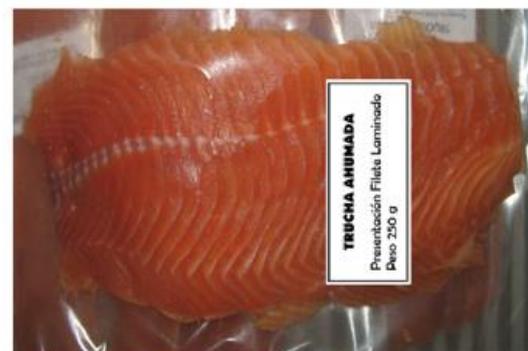
**Figura 12.** Fotografías de envasado al vacío y ahumado de trucha realizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.



FILETES AHUMADOS PARA RETIRARLO DEL AHUMADOR



FILETES AHUMADOS LAMINANDOLOS PARA ENVASAR AL VACIO



MUESTRA DE FILETE DE TRUCHA AHUMADA ENVASADO AL VACIO



EL AUTOR EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO PESQUERO PRIMARIO DE PRODUCTOS PESQUEROS - PELT

**Figura 13.** Fotografías de ahumado, laminado, envasado al vacío y el producto acabado realizadas en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015.

**Tabla 18.** Valores de calidad de filetes de trucha fresca según grados utilizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999).

Características	Calidad Grado 1: características típicas			Calidad Grado 2: Características tolerables			Calidad grado 3: Características intolerables		
	Excelente (9)	Muy Bueno (8)	Bueno (7)	Satisfactorio (6)	Regular (5)	Suficiente (4)	Defectuosa (3)	Muy mala (2)	Mala (1)
<b>Apariencia</b>	Muy atractivo superficie regular intachable	Muy atractivo uniforme	Atractivo musculo desprendido	Aun bien conservado, piel poco desprendida	Piel desprendida no muy atractiva	Se observan los miómeros separados	Miómeros bien separados, piel desprendida	Carne desintegrada en trozos	Carne desecha
<b>Color</b>	Característico brillante	Tipico algo brillante agradable	Tipico agradable pero poco brillante	Tipica pero algo opaco, aun agradable	Tipico opaco, no es desagradable	No es homogéneo presentan manchas verdosas	Atípico verdoso opaco	Atípico manchas verdosas decoloraciones	Repulsivo
<b>Olor</b>	Tipico, fino y muy agradable	Tipico agradable, fresco	Agradable pero no muy intenso aun fresco	Olor neutro pero algo grasoso	Grasoso ligeramente rancio	Graso rancio algo metálico y ya desagradable	Rancio desagradable	Fuerte amoniacal y desagradable	Nauseabundo
<b>Textura</b>	Integro, muy firme a la presión dactilar, muy jugoso	Integro firme a la presión a la presión muy jugoso	Algunas grietas a la presión a la presión jugoso	Queda agrietado al toque pero se mantiene firme poco jugoso	Poco firme a la presión dactilar algo seco	Queda huella a la presión dactilar perdida de jugosidad	Blando pastoso ausencia de jugosidad	Se desintegra	

**Tabla 19.** Valores de calidad de filetes de trucha ahumada según grados utilizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999).

Características	Calidad Grado 1: características típicas			Calidad Grado 2: Características tolerables			Calidad grado 3: Características intolerables		
	Excelente (9)	Muy Bueno (8)	Bueno (7)	Satisfactorio (6)	Regular (5)	Suficiente (4)	Defectuosa (3)	Mala (2)	Muy Mala (1)
<b>Apariencia</b>	Superficie de corte uniforme miómeros juntos.	de Buena, uniforme miómeros aun juntos.	Buena, uniforme miómeros aun juntos.		Regular miómeros se separan.		Mala Paquetes musculares separados.		Muy mala, el musculo se desase.
<b>Color</b>	Tono marrón ligeramente coloreado y brillante.		Color neutral ligero se colorea a marrón suave brillante.		Decoloración importante, <u>pálido</u> .		Decoloración intensa, tonos oscuros.		Decoloración muy intensa encafecidos puntuales.
<b>Olor</b>	Fresco muy agradable a humo.	Suave agradable a humo.	Agradable dulce a humo.		Pescado intenso.		Desagradable ha pescado muy intenso.		Muy desagradable pútrido.
<b>Textura</b>	Muy jugoso tierno, suave.		Jugoso, tierno, suave.	Suave medianamente jugoso	Ligeramente pastoso		Poco seco ligeramente blando		Muy seco duro
<b>Sabor</b>	Muy agradable intenso a humo.	Agradable característico ahumado.	Agradable bueno.	Agradable ligeramente picante.	Ligero, agradable a pescado ligeramente picante.		Desagradable fuerte a pescado ligeramente amargo picante.		Muy desagradable repulsivo pica nauseabundo.

**Tabla 20.** Patrón de calificación de calidad del pescado fresco según estado de frescura (ITP – Laboratorio de Análisis Sensorial) utilizada en el PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y marzo 2015 (ITP JICA, 1999).

PARAMETROS / CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	C A T E G O R I A S D E C A L I D A D									
	I			II			III			
	E S C A L A			N U M É R I C O - D E S			C R I P T I V A			
	Superior 9	Muy Bueno 8	Bueno 7	Aceptable 6	Regular 5	Límite Cons. Hum. 4	Deficiente 3	Malo 2	Muy malo 1	
P E S C A D O  C R E U D O R N A	APARIENCIA GENERAL	Muy Brillante e iridiscente color propio. Escamas firmemente adheridas. Mucus abundante y transparente.	Brillante e iridiscente color propio. Escamas firmemente adheridas. Mucus normal y transparente.	Ligeramente menor brillo color propio. Escamas firmemente adheridas. Poco mucus ligero opalescente.	Ligeramente menor brillo color propio. Escamas bien adheridas. Poco mucus ligero opalescente.	Poco brillante color aún propio algo opaco. Escamas adheridas. Mucus opaco.	Sin brillo, color algo opaco. Escamas se salen con facilidad. Mucus opaco.	Empañadas decoloradas escamas se salen fácilmente. Mucus lechoso y opaco.	Sin brillo, rota decolorada. Escamas se salen fácilmente. Mucus alterado amarillento.	Totalmente s/brillo rota decolorada. Sin escamas. Mucus alterado, amarillento (*).
	Ojos	Convexos (Muy Prominentes, córnea transparente) pupila negra y brillante.	Convexos (Prominentes, córnea transparente) pupila negra y brillante.	Convexos. Córnea transparente. Pupilas algo nubosa.	Convexos. Córnea aún transparente. Pupilas algo nubosa.	Algo planos córnea opaca. Pupilas negra empañada.	Planos córnea opaca. Pupilas opaca.	Planos, córnea opalescente pupilas opaca.	Concavo (hundido) córnea lechosa. Pupilas sueltas.	Concavo (hundido) Córnea muy lechosa pupilas sucias (*).
	TEXTURAGRAL	Muy firme elástica al tacto flexible.	Firme elástica al tacto flexible.	Contradía, dura rígida, inflexible.	Aún contradía, dura rígida, inflexible.	No muy firme menos elástica.	No firme menos elástica.	Blanda (fácida) magullado miembros se separan.	Blanda, fácil de magullar miembros separados pastosa.	Muy blanda, fácil de magullar miembros separados pastosa (*).
	OPERCULOS	Muy bien adheridos al cuerpo húmedo, libre de manchas.	Bien adheridos al cuerpo húmedo, libre de manchas.	Adheridos al cuerpo ligero hundidos color propio.	Adheridos al cuerpo ligero hundidos color propio.	Ligero abiertos, secos decolorados.	Ligero abiertos, secos decolorados.	Abiertos decolorados.	Abiertos, decolorados.	Totalmente abiertos. Totalmente decolorados (*).
	BRANQUIAS	Muy Fresco a algas marinas.	Fresco a algas marinas.	Neutro ligero a pescado.	Aún neutro ligero a pescado.	Ligero ácido a pescado.	Ligeramente ácido a pescado.	Desagradable ácido.	Desagradable repulivo.	Muy desagradable repulivo (*).
Olor										
Color	R rojo brillante intenso. Mucus abundante y transparente.	R rojo brillante. Mucus abundante y transparente.	R rojo menos brillante. Mucus ligero opalescente.	R rojo aún brillante. Mucus ligero opalescente.	D decoloradas rojo grisáceo - mucus ligero opaco.	D decoloradas color grisáceo - mucus opaco.	D decoloradas, grisáceo oscuro. Mucus opaco lechoso turbio.	D decoloradas, marrón - grisáceo mucus amarillento.	T totalmente decoloradas - marrón - grisáceo, mucus amarillento (*).	
VIENTRE	Muy firme, entero.	Firme, entero.	Firme, íntegro.	Aún firme, íntegro.	Ligero blando.	Blando.	Blando fíctico ulcerado.	Fíctico y/o perforado.	Muy fíctico y/o perforado (*).	
Poro Anal	Bien cerrado.	Cerrado.	Cerrado.	Cerrado.	Ligero abierto.	Ligero abierto.	Abierto.	Abierto.	Totalmente abierto (*).	

**Figura 14.** Constancia de procesamiento de las muestras en la Planta de Procesamiento Pesquero Primario de Productos Pesqueros de la Dirección de Recursos Hidrobiológicos del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca – PELT (Barco - Chucuito) durante los meses de setiembre 2014 y febrero 2015.



**PERÚ** Ministerio  
de Agricultura y Riego

Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca

## CONSTANCIA

QUIEN SUSCRIBE, DIRECTOR DE LA DIRECCION DE RECURSOS HIDROBIOLOGICOS DEL PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA – PUNO.

**HACE CONSTAR:**

Que, el Sr. WALTER DAVID ANCASSI HUANCA identificado con DNI N° 80373041, ha trabajado el proyecto de tesis denominado **“ESTIMACION DE LA VIDA UTIL DEL FILETE Y AHUMADO DE TRUCHA”** (*Oncorhynchus mykiss*), dentro del periodo de Setiembre del 2014 hasta febrero del 2015, el cual fue supervisado por el responsable de la Meta 0015 Promoción de la Actividad Pesquera de la Dirección de Recursos Hidrobiológicos - PELT.

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



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA



**Bigo Guido A. Luque Humpiri**  
DIRECTOR - DIRECCIÓN DE RECURSOS HIDROBIOLOGICOS  
C.R.P. 7.5.6.2

Puno, noviembre del 2017

Av. La Torre N° 399 –Puno  
Telefono N° (051) 208440  
[www.pelt.gob.pe](http://www.pelt.gob.pe)  
[www.minagri-gob.pe](http://www.minagri-gob.pe)

