

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“HERMILIO VALDIZÁN” DE HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SALMUERA
Y EL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DE
FILETE DE PACO (*Piaractus brachypomus*) AHUMADO**

TESISTAS:

**CESPEDES CHARRE, VITALIANO
CASTILLO CARRILLO, MIGUEL**

ASESOR:

Mg. ROGER ESTACIO LAGUNA

HUÁNUCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de tesis a nuestras familias por el infinito apoyo brindado y en especial a nuestros padres: Juan Cespedes Dimas, y Julia Charre Justo, Guzman Castillo Minaya y Gregoriana Carrillo Rojas, porque ellos nos han dado todo lo que somos y como personas, por su amor y confianza en nosotros. Sobre todo porque los admiramos y son nuestros ejemplos a seguir.

A mis hermanos: Deunicia y Deunalia

A Rildo, Teresa, Macario y Raúl.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por darnos la vida y por el amor eterno que nos brinda

Nuestros sinceros agradecimientos a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Hermilio Valdizan por acogernos en sus aulas y brindarnos la formación profesional.

A nuestros Padres por habernos apoyado en los momentos más difíciles de mi vida y por aconsejarnos en nuestra vida cotidiana.

Al Ing. Mg. Roger Estacio Laguna y al Ing. Jorge Luis Díaz Montes por el apoyo incondicional, en el asesoramiento del presente trabajo de investigación, y por compartir sus experiencias para la culminación de esta tesis.

A toda la plana de catedráticos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial con gratitud y reconocimiento imperecedero por sus enseñanzas y orientaciones durante mi permanencia en las aulas universitarias.

A nuestros compañeros de la EP Ingeniería Agroindustrial – Sección La Unión: Alfredo, Luis, Héctor, Gerar, Isabel, Melina y María del Carmen, por los momentos de estudio y horas de trabajo compartidos entre charlas, almuerzos, paseos y lindos momentos que hicieron más ameno el estudio de esos años. Gracias por su cariño y su amistad.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de la salmuera y el tiempo de ahumado en la obtención de filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) ahumados, las concentraciones de salmuera evaluadas fueron de 15, 20, 25 y 30 % de cloruro de sodio por un tiempo de inmersión de 45 minutos; mientras que los tiempos de ahumado fueron de 60, 120, 150 y 180 minutos a una temperatura de 65 ± 5 °C. Para determinar los tratamientos más adecuados se realizaron evaluaciones sensoriales: sabor, color, olor y textura, y físicamente con las propiedades de texturales de: dureza, adhesividad, cohesividad y gomosidad. Los resultados de la prueba de Friedman ($p < 0,05$) determinó diferencias significativas en todos los atributos sensoriales, resultando la concentración de 20 % de cloruro de sodio por un tiempo de 45 minutos como la más adecuada para el pretratamiento del salmuerado. Con la concentración óptima de salmuerado se procedió al estudio del tiempo de ahumado, en donde los resultados estadísticos de la prueba de Friedman y del análisis de varianza DCA (para los resultados fisicoquímicos), evidenció diferencias significativas entre tratamientos y ubicó al tiempo de ahumado de 120 minutos a una temperatura de $65 \pm$ °C como el más adecuado para la obtención de filetes ahumados. Las características sensoriales fueron de acuerdo a la escala hedónica utilizada entre buena y muy buena; mientras que las propiedades físicas fueron: dureza 42.32 N, adhesividad -0,272, cohesividad 0,374 y gomosidad 1,445. La caracterización fisicoquímica de los filetes de paco con los tratamientos óptimos de salmuerado y tiempo de ahumado fueron: Humedad 69,78 %, proteínas 19,27 %, grasa 9,34 % y cenizas 1,61 %, las mismas que se encuentran dentro de los rangos exigidos por las normas técnicas.

Palabras clave: ahumado, paco, *Piaractus brachypomus*,

SUMMARY

The objective of the research was to evaluate the concentration of the brine and the smoking time in obtaining fillets of paco (*Piaractus brachypomus*) smoked, the brine concentrations evaluated were 15, 20, 25 and 30% of sodium chloride for a 45 minute immersion time; while the smoking times were 60, 120, 150 and 180 minutes at a temperature of 65 ± 5 ° C. To determine the most appropriate treatments, sensory evaluations were made: taste, color, smell and texture, and physically with the textural properties of: hardness, adhesiveness, cohesiveness and gumminess. The results of the Friedman test ($p < 0.05$) determined significant differences in all sensory attributes, resulting in the concentration of 20% sodium chloride for a time of 45 minutes as the most suitable for the brine pretreatment. With the optimum brine concentration, the smoking time was studied, where the statistical results of the Friedman test and the variance analysis DCA (for the physicochemical results), showed significant differences between treatments and located at the time of smoking. 120 minutes at a temperature of $65 \pm$ ° C as the most suitable for obtaining smoked fillets. The sensory characteristics were according to the hedonic scale used between good and very good; while the physical properties were: hardness 42.32 N, adhesiveness -0.272, cohesiveness 0.374 and gumminess 1.445. The physicochemical characterization of the fillets of paco with the optimal treatments of brining and smoking time were: Humidity 69.78%, proteins 19.27%, fat 9.34% and ashes 1.61%, the same that are inside of the ranges required by technical standards..

Keywords: smoked, paco, *Piaractus brachypomus*.

ÍNDICE

RESUMEN

SUMARY

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.1.1. Generalidades del pescado paco	11
2.1.1.1. Clasificación taxonómica	11
2.1.1.2. Composición química	13
2.1.2. Ahumado	14
2.1.2.1. Tecnología del ahumado	16
2.1.2.2. Evaluación sensorial aplicada a productos pesqueros ahumados	29
2.1.2.3. Microbiología	29
2.2. ANTECEDENTES	32
2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES	36
2.4. VARIABLES	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	39
3.2. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN	39
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	39
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	40
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	41
3.6. MATERIA PRIMA E INSUMOS	42
3.7. EQUIPOS Y MATERIALES	43
3.7.1. Equipos	43
3.7.2. Materiales	44
3.8. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.8.1. Caracterización de la materia prima	45

3.8.2.	Evaluación de la concentración de sal en la etapa del salmuerado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado	46
3.8.3.	Evaluación del tiempo de ahumado en la obtención de filetes de paco ahumado	53
3.8.4.	Evaluación fisicoquímica del producto óptimo	55
IV.	RESULTADOS	56
4.1.	CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CARNE DEL PEZ PACO	56
4.2.	EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SAL EN LA ETAPA DEL SALMUERADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO	57
4.3.	EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO	60
4.3.1.	Evaluación física de los filetes de paco ahumado	60
4.3.2.	Evaluación sensorial de los filetes de paco ahumado	64
4.4.	EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DEL PRODUCTO ÓPTIMO	66
V.	DISCUSIÓN	68
5.1.	DE LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CARNE DEL PEZ PACO	68
5.2.	DE LA EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SAL EN LA ETAPA DEL SALMUERADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO	69
5.3.	DE LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO	70
5.4.	EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DE FILETES DE PACO CON AHUMADO ÓPTIMO	72
VI.	CONCLUSIONES	73
VII.	RECOMENDACIONES	74
VIII	LITERATURA CITADA	75
	ANEXO	81

I. INTRODUCCIÓN

La carne de pescado es una de las fuentes de proteína más importante en la alimentación humana, por ello constituye un alimento cada vez máspreciado por los consumidores. Posee un gran porcentaje de aminoácidos necesarios para la alimentación humana, es de fácil digestión, contiene poco colágeno no digestible y como contrapartida, muchas proteínas de alto valor nutritivo, pero es fácilmente perecible (Pilco 2006).

Desde la antigüedad, la pesca se consideró un recurso ilimitado y constituyó una fuente importante de alimentos para la supervivencia y posteriormente también de beneficios económicos para quienes se dedicaron a explotarla. Las primeras versiones del manejo de especies acuáticas en el Perú están dadas por los historiadores de la conquista, que relatan las costumbres de las poblaciones costeras autóctonas de aprovechar los cuerpos de agua cercanos al mar, para conectarlos con éste mediante canales que permitían el ingreso de peces, para engordarlos y disponer de ellas en el momento deseado. En la época republicana, la pesca fue desarrollándose paulatinamente, alcanzando su auge en la década de los años de 1960. En la década de los ochenta nace el concepto de “sustentabilidad”, a partir de aquí, el recurso pesquero comienza a entenderse como agotable (FAO 1995, Foladori y Tommasino 2000). Este cambio de concepción acarrea una nueva mirada hacia las formas de utilizar este tipo de alimento y consecuentemente, la necesidad de realizar su extracción de forma que permita disponer del recurso a través del tiempo. Es decir, comenzó a ordenarse la explotación para que sea sustentable.

En el Perú actual se cultiva especies hidrobiológicas en sus tres regiones naturales: costa sierra y selva. En la selva de la región Huánuco, como en muchas zonas tropicales del país, se ha incentivado y se cultiva actualmente varios recursos hidrobiológicos, entre los que destaca el pez paco (*Piaractus brachypomus*), del cual una considerable producción se encuentran en las unidades de producción acuícolas de los piscicultores de los distritos de Rupa Rupa y Padre Felipe Luyando de la provincia de Leoncio Prado, manejados bajo un sistema de

cultivo semi intensivo. Una evidencia de que a las piscigranjas les va muy bien en cuanto a la producción de paco, se registra en los mercados de abastos de estos distritos, donde varios microcomercializadores venden este pescado; sin embargo, no toda la producción es comercializada, perdiéndose este recurso nutritivo y ocasionando pérdidas económicas a los involucrados de la cadena de producción y comercialización. Una de las causas del problema de comercialización radica en la perecibilidad para su venta en fresco, por ello se busca alternativas de transformación y conservación del paco para proponer soluciones a éste problema.

El ahumado es una de las técnicas de conservación de los alimentos más antigua, la cual descubre el hombre cuando se vuelve sedentario y domina el fuego, actualmente se aplica mucho a diversos productos cárnicos, entre los que se incluye a la carne de pescado. El poder conservante del ahumado se debe a la combinación de diferentes factores, como son la incorporación de sal, la deshidratación parcial de los tejidos que se produce a lo largo de las diferentes etapas del proceso y la acción conservante de los componentes del humo. Estos cambios permiten retrasar los procesos microbiológicos y oxidativos causantes del deterioro, además de conferir al producto final unas características sensoriales muy apreciadas por el consumidor. Para obtener un producto de calidad y larga vida útil es fundamental, además de la adecuada selección de la materia prima, la optimización de las diferentes etapas que constituyen el proceso de ahumado, siendo la etapa de salado y el tiempo de ahumado especialmente críticas. Por lo mencionado, encontramos al ahumado como una técnica que podría aplicarse a la carne del paco, para su conservación y extensión de su vida útil, sin embargo, se hizo necesario optimizar las etapas críticas señaladas, el salado y el tiempo de ahumado. La investigación fue de tipo experimental y aplicada, experimental porque se manipularon las variables concentración del salmuerado 15, 20, 25 y 30 % de cloruro de sodio por un tiempo de inmersión de 45 minutos y los tiempos de ahumado fueron de 60, 120, 150 y 180 minutos a una temperatura de 65 ± 5 °C; y aplicada por que se utilizó en la investigación la tecnología existente de productos ahumados. Con los resultados obtenidos se pretende solucionar la problemática señalada, por tratarse de una técnica que está al alcance del productor y por qué

permitirá aprovechar en gran parte este producto hidrobiológico, buscando satisfacer las necesidades del consumidor y generando valor agregado al cultivo del paco. Además se pretende que la aplicación agroindustrial de los resultados de esta investigación, repercuta en la generación de recursos económicos para los piscicultores dedicados al cultivo de este importante recurso hidrobiológico. En este contexto la investigación tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar la concentración de salmuera y el tiempo óptimo de ahumado en la obtención de filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) ahumados.

Objetivos específicos:

- Establecer la concentración de la salmuera óptima para su utilización en el proceso del ahumado de filetes de paco (*Piaractus brachypomus*).
- Establecer el tiempo óptimo de ahumado en el proceso de obtención de los filetes de paco ahumados.
- Evaluar las características fisicoquímicas del producto final.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Generalidades del pescado paco

IIAP (2000) considera al *Piaractus brachypomus* como una especie comercial muy importante en la Amazonía Peruana, presenta un color gris oscuro en el dorso y blanquecino en los costados, región de la garganta y parte anterior del vientre de color anaranjado. Es una especie que soporta manipuleo en las operaciones de cultivo, así como también, temperaturas inferiores a la óptima para aguas tropicales; puede alcanzar en ambiente natural hasta 85 cm. de longitud total y pesar alrededor de 20 kg, en condiciones de cultivo puede alcanzar entre 800 g a 1 kg en 10 meses, dependiendo de la densidad de siembra y el alimento suministrado.

2.1.1.1. Clasificación taxonómica

Álvarez y Carbajal (2006) clasifican taxonómicamente al paco de la siguiente manera:

Nombre científico: *Piaractus brachypomus*

Phylum : *Piscis*
Clase : *Osteichthyes*
Sub clase : *Actinopterygi*
Orden : *Cypriniformes*
Familia : *Characidae*
Sub familia : *Meleinae*
Género : *Piaractus*
Especie : *Piaractus brachypomus*

Otras características resaltadas por la Dirección general de acuicultura del

Ministerio de la Producción del Perú (2010) son:

- Tamaño y peso máximo: 70 cm, 14 kg
- Peso promedio en el ambiente natural: 4 - 5 kg
- Tamaño y peso comercial: 25 - 30 cm, 1 - 2 kg
- Temperatura de cultivo: 25 - 30 °C
- Importancia comercial: Importante para el consumo local. Puede producirse en época de creciente donde es escaso el pescado.
- Zonas propicias para el cultivo: Amazonía peruana.
- Hábitat: Vive en lagunas y en áreas inundadas por el río donde se alimenta; en época de vaciante sale hacia ríos tributarios.
- Características biológicas: Presenta un cuerpo alto, es un pez omnívoro y tiene preferencia por los insectos, posee dientes grandes y molariformes con los que tritura semillas, es de color plateado y rojo en el pecho. En estadios juveniles se camufla entre los cardúmenes de piraña, no siendo atacado por estos peces carnívoros.
- Presenta una conversión alimenticia de 1,8 a 1, es bastante rústico y dócil; llega a la madurez sexual a los 5 años, no se reproduce en estanques; se le reproduce artificialmente, en cada desove puede producir más de medio millón de óvulos.
- Técnicas y modalidades de cultivo: Se le ha cultivado en estanques en monocultivo o policultivo con tilapias, carpas o boquichicos; básicamente se han cultivado en forma semi intensiva e intensiva.
- Países donde se cultiva: Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y algunos países centroamericanos.
- Principales zonas de cultivo en el Perú: Loreto, Ucayali, San Martín y Madre de Dios.
- Riesgos ambientales: Al ser una especie nativa que no se reproduce en estanques ni quebradas, no existe riesgo de que impacte los ambientes naturales.
- Producción y abastecimiento de alevinos: El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en sus sedes de Iquitos, Pucallpa y San Martín, así como

el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura de Pucallpa y el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero en Iquitos y Madre de Dios, han efectuado la producción de alevinos de paco.

- Nivel de cultivo y resultados alcanzados: En policultivos con tilapia se ha obtenido 8, TM/Ha/año usando un alimento con 17 % de proteínas, a una tasa de siembra 1 pez/m² (0.5 pacos y 0.5 tilapias/m²), en monocultivos se han obtenido entre 9 y 10 TM/Ha/año en estanques.

2.1.1.2. Composición química

En el cuadro 1, se muestra las características nutricionales en base a 100 g. (3,5 oz) de parte comestible de la carne de paco, en tanto que en el cuadro 2, se muestra la comparación entre la composición de la carne de pescado frente a las carnes de vacuno, ovino y porcino.

Cuadro 1. Características nutricionales de la carne de paco en 100 g de muestra.

Nutrientes	Unidades	Cantidad
Agua	g	75,37
Energía	kcal	105,48
Proteína	g	20,06
Lípidos totales	g	2,8
Cenizas	g	1,76
Carbohidratos	g	0,01

Fuente: García-Pinchi y Silva (2010)

Cuadro 2. Composición nutricional de la carne de vacuno y otras fuentes de alimento por 100 gramos

Producto	Agua	Proteínas	Grasa	Cenizas
Carne de vacuno (magra)	75,0	22,3	1,8	1,2
Canal de vacuno	54,7	16,5	28,0	0,8
Carne de ternera (magra)	76,4	21,3	0,8	1,2
Grasa de vacuno (sub cutánea)	4,0	1,5	94,0	0,1
Carne de cerdo (magra)	75,1	22,8	1,2	1,0
Canal de cerdo	41,1	11,2	47,0	0,6
Grasa de cerdo (tocino dorsal)	7,7	2,9	88,7	0,7

Fuente: FAO (2015).

El contenido proteico es de 18 a 20 % siendo la proteína de los pescados de alto valor biológico, contienen vitaminas A y D, en cambio el contenido de minerales en fósforo, yodo y calcio es destacable. En la grasa del pescado predominan los ácidos grasos poliinsaturados y especialmente destacables son los de la serie omega 3 por sus propiedades antiagregantes, vasodilatadoras y reductoras de los niveles sanguíneos de triglicéridos. Los pescados tienen un gran interés nutricional y unas ventajas claras sobre las carnes: su valor calórico es escaso, su densidad proteica, similar a la de las carnes, y su mayor cualidad reside en su contenido en ácidos grasos poliinsaturados.

2.1.2. Ahumado

Essien (2005) indica que la utilización de humo, natural o líquido, para conseguir el flavor y color deseado y los efectos antimicrobianos, antioxidante y conservante, es una práctica común en la fabricación de embutidos. El humo natural se obtiene del uso de la madera (roble, nogal, enebro, haya, etc), cuyo humo se emplea para impartir un flavor característico al embutido. Se sabe que el humo líquido contiene

cientos de compuestos entre los principales se encuentran los grupos fenoles, carbonilos y ácidos que se encuentran en su mayoría en la fase gaseosa. Para asegurar un ahumado uniforme se debe considerar:

- Asegurar que el sistema de aplicación del humo trabaje adecuadamente y con un nivel de calidad constante.
- Asegurar unas condiciones uniformes de la superficie del producto antes de aplicar el humo
- Asegurar la presencia o ausencia de humedad sobre la superficie, que es el factor determinante más crítico del color.
- Fijación del color inmediatamente tras el ahumado, para evitar el desarrollo de manchas y el veteado de la superficie.

El ahumado habitualmente se realiza en combinación con el salado y se conserva por refrigeración, congelación o tratamientos térmicos. Los productos obtenidos mediante esta tecnología se ubican dentro de lo que se denominan preserves debido a que no llevan tratamiento térmico, o el mismo es suave siendo el factor principal de conservación su actividad de agua (a_w) reducida (0,877 - 0,971) y su concentración de sal (hasta un 10% g/g b.h.), lo cual dificulta el desarrollo microbiano y garantiza su estabilidad comercial (Fuentes *et al.* 2010; Goulas y Kontominas 2005).

En principio, se ha determinado que el poder conservante del ahumado no se debe solo al humo, sino que resulta de la combinación de diferentes factores, como son la previa incorporación de sal, la deshidratación parcial de los tejidos que se produce a lo largo de las diferentes etapas del proceso y la acción conservante de los componentes del humo. Estas etapas generan cambios físicos y químicos en la materia prima como, por ejemplo, el valor de pH, a_w , color, textura, etc., que permiten retrasar los procesos microbiológicos y oxidativos causantes del deterioro, además de conferir al producto final características sensoriales muy apreciadas por el consumidor (Connell 1990).

Dependiendo de la metodología de ahumado aplicada, los productos pesqueros ahumados tendrán una vida útil en refrigeración que podrá variar entre el corto

período correspondiente a un pescado fresco hasta el de un pescado seco salado. En cuanto a las características sensoriales, éstas dependerán del gusto de los consumidores en los distintos países y las regiones, pudiéndose encontrar dentro de un mismo país variaciones en cuanto a procesos y productos (Pigott y Tucker 1990).

2.1.2.1. Tecnología del ahumado

El proceso de ahumado combina etapas de deshidratación y de incorporación de compuestos químicos a la matriz del pescado a partir del humo, logrando la conservación del producto y el flavor deseado, entendiéndose por flavor a la sensación que causa un alimento en la boca al ser percibido por la combinación de gusto, olfato, trigémino y tacto, al que se le debe agregar notas visuales y auditivas que también influyen en esta percepción (Guirao 2005).

Las etapas del proceso varían de acuerdo al producto final deseado, teniendo en cuenta la materia prima y los requerimientos del consumidor.

En la figura 1, se presenta un diagrama de flujo general del proceso de ahumado, comenzando desde la captura hasta el almacenamiento. La materia prima utilizada en los ahumaderos puede ser fresca o congelada de acuerdo al nivel de producción y a la disponibilidad de la especie pesquera requerida. Asimismo, el almacenamiento del producto final puede llevarse a cabo a temperaturas de congelación antes de su comercialización, a fin de facilitar la logística (Gómez-Estaca *et al.* 2010).

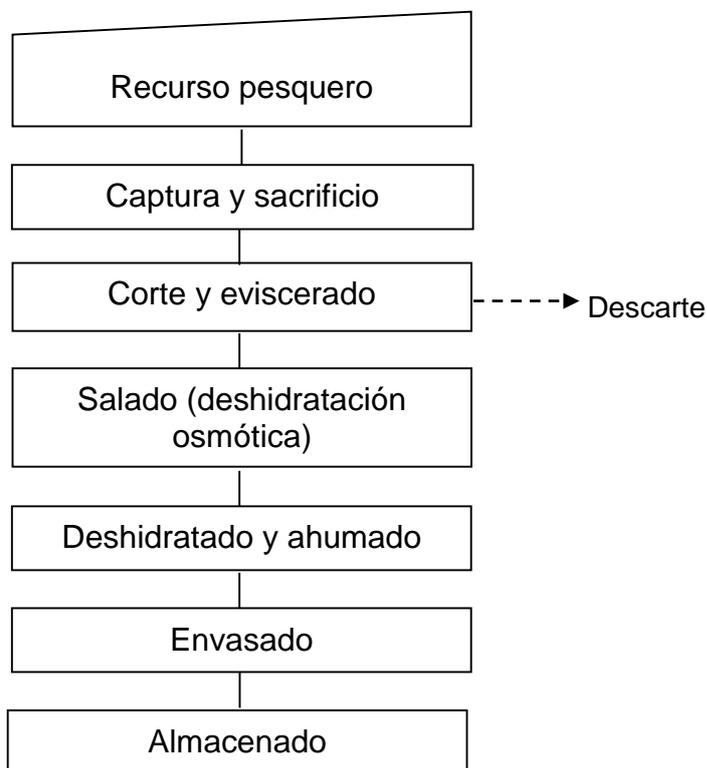


Figura 1. Diagrama de flujo general de la tecnología de ahumado

Fuente: Loje (2007)

▪ Etapas previas al ahumado

Todas las operaciones previas al ahumado tienen su importancia en la obtención de productos aptos para el consumo humano, de alta calidad final y en la extensión de su vida útil. Los procesos de salado y ahumado no pueden por sí mismos enmascarar o disminuir posibles deterioros o defectos presentes en la materia prima. Es por ello que la calidad del producto final depende principalmente del estado de la materia prima. Desde el momento de la **captura**, el pescado debe ser manipulado y preservado adecuadamente. Esto incluye la aplicación del arte de **pesca** correspondiente a la especie pesquera, la utilización de hielo o refrigeración

durante el almacenamiento, transporte y en la recepción en planta a fin de minimizar los daños por deterioro autolítico, microbiano y mecánico. Las condiciones aplicadas para el cuidado de la materia prima también dependerán del tipo de especie pesquera (Connell 1990).

De acuerdo a los estudios realizados por Zugarramurdi et al. (2004) la calidad de la materia prima tiene una relación directa y lineal con la calidad del producto final, indicando que respecto a las especies pesqueras grasas el acondicionamiento a bordo durante la captura como la manipulación en planta tiene una gran influencia sobre la calidad de los productos tipo preserves (curados o ahumados) más que sobre las conservas. El uso de materia prima de baja calidad genera operaciones más laboriosas y una reducción en la capacidad de producción, encontrándose que el estado de las especies grasas tiene mayor efecto sobre el producto final que las especies magras.

La **evisceración** debe realizarse con sumo cuidado a fin de no dañar el estómago e intestino. Se debe lograr el mayor desangrado y limpieza antes de continuar con las siguientes etapas. De esta forma se evita que la sangre gotee a lo largo del pescado, machando la piel y deteriorando la apariencia del producto final. El tipo de corte dependerá del producto ahumado que se desea lograr. Se pueden obtener troncos de pescado (descabezado y eviscerado), filetes simples, filetes mariposa y diversos cortes especiales.

- **Salado**

En la actualidad, el tratamiento de salado aplicado a los productos ahumados como pretratamiento tiene como objetivo principal el refinamiento del gusto y del aspecto y en segundo lugar, una mayor duración de los productos, pues disminuye la actividad de agua y por lo tanto también lo hace la actividad microbiológica (Barbosa-Cánovas et al., 2007, Pigott y Tucker, 1990;). Asimismo, este proceso le atribuye firmeza al músculo. El salado del pescado puede ser de menor o mayor intensidad, pudiendo alcanzar en el caso de los salados más intensos, contenidos de sal del 20% (g ClNa/100 g pescado); de esta forma, se consigue conservar el

pescado prácticamente inalterable a temperatura ambiente durante un periodo prolongado de tiempo.

El salado puede realizarse mediante el contacto directo de las piezas con sal (vía seca), a partir de la inmersión de las muestras en una solución hipertónica (vía húmeda), o por inyección directa en la matriz; siendo esta última una metodología más rápida y limpia.

En el proceso de salado en seco el pescado se espolvorea con sal sobre el anverso y reverso generando capas de pescado que se apilan intercalando con capas de sal común. El tiempo de salado puede variar desde unas horas hasta varios días dependiendo del producto requerido trabajando a temperaturas por debajo de los 10 °C. En general, este tipo de proceso tiene el inconveniente que no se logran salazones regulares u homogéneas. La cantidad de sal utilizada no guarda una relación estricta con la masa de pescado a salar. Por lo tanto, es inevitable que distintos ejemplares, o, incluso, partes de un mismo pescado resulten con diferente grado de salazón (FAO 2012).

Mediante vía húmeda, o también considerado como un proceso de deshidratación osmótica, DO, las muestras son inmersas en una solución hipertónica durante un tiempo establecido. En general se utilizan soluciones saturadas al 70 - 80 % en sal. Durante la inmersión de las piezas, la concentración de la salmuera disminuye con el tiempo de salado, debido a los flujos de agua y solutos generados por el proceso de deshidratación osmótica de la matriz del pescado. Para controlar el nivel de concentración de la solución hipertónica, se utilizan en general relaciones de salmuera a pescado superior a 1:1 en peso, asegurándose así una concentración constante y un producto final uniforme en contenido de sal y humedad (Codex Alimentarius 1983).

Sin embargo, dada la importancia en el consumo de alimentos con bajo contenido en sodio existe una tendencia a que las soluciones utilizadas sean menos saturadas (Pigott y Tucker 1990). La ganancia y distribución de la sal en el músculo de pescado dependerá del método de salazón aplicado, como también del estado de rigor del filete, del contenido lipídico de la especie pesquera, del espesor de las

muestras, de la relación pescado/solución, la composición de la mezcla de solutos como agentes deshidratantes, el tiempo y la temperatura, entre otros factores (Martínez *et al.* 2012).

Durante el proceso de salado se generan dos flujos de masa simultáneos y opuestos dentro de la matriz del pescado: difusión de solutos hacia el músculo y pérdida de agua desde el músculo (Barat *et al.* 2002). Estos procesos de transferencia de masa ocurren como consecuencia de las diferencias de presión osmótica dentro de las células musculares y fuera de ellas (agente de salado) (Czerner y Yeannes 2010).

Durante el salado en seco, los solutos que componen el agente deshidratante difunden hacia dentro del músculo de pescado mientras que el agua es extraída desde el músculo de pescado. En el salado vía húmeda, la difusión de agua hacia el medio circundante se reduce debido a que los filetes están inmersos en una solución. De este modo, el producto obtenido luego de alcanzar el equilibrio presenta un mayor rendimiento comparado con el obtenido vía seca. El equilibrio se establece cuando se igualan los potenciales químicos a ambos lados de la membrana (Czerner y Yeannes 2010). Esto depende principalmente de la reducción de la actividad de agua dentro de las membranas celulares del pescado. Por otro lado, el salado mediante inmersión permite controlar la oxidación lipídica que se ve favorecida por el contacto con el aire durante la salazón en seco.

En cuanto al proceso de DO propiamente dicho, existen numerosos estudios experimentales para determinar el efecto de las variables del proceso sobre la transferencia de masa, siendo las principales:

- **Agente osmótico:** La solución osmótica utilizada debe tener una baja actividad acuosa, a fin de asegurar la diferencia necesaria con el alimento y así potenciar la deshidratación. Las soluciones concentradas de ClNa han sido las más comúnmente utilizadas en pescados y carnes, debido al sabor que le imparte al alimento. Otros agentes osmóticos usados en conjunto con la sal son: sacarosa, jarabe de maíz, glucosa o con alcoholes de alto peso molecular como sorbitol, glicerol, polietilenglicol o reemplazado en parte o totalmente por otra sal como el

cloruro de potasio (ClK).

A iguales concentraciones iniciales, cuanto mayor peso molecular tiene el agente osmótico complementario (como en el caso de los polisacáridos) menor es la ganancia de sólidos (difunden poco hacia el interior del tejido) y la pérdida de agua es igual o mayor.

- **Concentración de la solución:** El intercambio de masa se ve favorecido usando una solución altamente concentrada. La pérdida de agua se incrementa más que la ganancia de sólidos cuando hay un aumento en la concentración de la solución osmótica.
- **Temperatura:** La velocidad del proceso de ósmosis está directamente afectada por la temperatura. La pérdida de agua se incrementa con la temperatura así como la ganancia de sólidos (Medina-Vivanco *et al.* 2006).
- **Contenido graso de las muestras:** La composición química de la materia prima y principalmente su contenido graso pueden afectar el proceso de ósmosis. Los lípidos forman parte del músculo y también se encuentran como una capa subcutánea, constituyendo una barrera a la difusión tanto del agua hacia el exterior como de los solutos hacia su interior. La grasa constituye un factor limitante para la penetración de la sal, ya sea debido a que ésta reemplaza la fase acuosa que sirve de vector para la transferencia de masa o debido a que puede representar una barrera física.

El método de salado mediante inyección consiste en la incorporación de salmuera en las muestras de pescado mediante una serie de agujas adecuadamente distribuidas y con diferente nivel de penetración, que lo hacen directamente sobre el tejido muscular por presión (Birkeland *et al.* 2003). La presión que ejercen dichas agujas permite la distribución de sal entre las fibras, independizándose inicialmente del proceso de difusión. Durante las operaciones posteriores, dentro del horno de ahumado y durante el almacenamiento, es que ocurre la difusión de la sal dentro de las muestras (Loje 2007). Esta metodología de salado permite mejorar el rendimiento de producción, disminuir el tiempo necesario para esta etapa en relación con los otros métodos y es un sistema mucho más higiénico y de menor

manipuleo.

- **Deshidratación y ahumado**

La etapa de ahumado comprende las operaciones de deshidratación y ahumado propiamente dicha, que se realizan en el horno de ahumado, equipo diseñado a tal efecto. La fase de deshidratación inicial previo al ahumado se comporta como una etapa de preparación del producto para ser expuesto luego a los componentes del humo. El aire en circulación forzada y con una humedad relativa controlada remueve el exceso de humedad en las muestras lo que permite una mejor absorción del humo (Pigott y Tucker 1990). Como resultado, las proteínas disueltas en la salmuera se concentran junto con la sal generando una película vidriada, que es importante porque impide la pérdida de jugos y sabores naturales del tejido muscular del pescado y forma una superficie suave y atractiva en la que el humo se deposita uniformemente (Pigott y Tucker 1990, Codex Alimentarius 1983).

Durante el ahumado propiamente dicho ocurren procesos de condensación, difusión y absorción entre el alimento y el humo. Como resultado, se obtienen generalmente cambios deseables en el alimento respecto al color, textura, aroma y sabor. Estos cambios dependerán de las condiciones en que se lleva a cabo el ahumado, la composición del humo o del humo líquido utilizado y la composición del alimento. Dentro de los métodos tradicionales se distinguen el ahumado frío (temperatura < 30 °C) y el ahumado caliente (temperatura > 60 °C), mientras que el uso de humo condensado se utiliza como alternativa a la aplicación de un flujo de humo, controlando así los componentes del mismo que son depositados sobre las piezas de pescado (Lück 1981).

- **Ahumado en frío:** Este tipo de ahumado se utiliza generalmente para pescado previamente salado y/o deshidratado sumando así una barrera más para la conservación del producto final. Se lleva a cabo a temperaturas que se encuentran entre 20 y 30 °C, siendo que el interior de la matriz del pescado no debe superar los 28 °C a fin de evitar la cocción (Pigott y Tucker 1990).

De acuerdo a la literatura científica relativa al tema, las condiciones del proceso dependen del producto final al que se quiere llegar, aunque generalmente el tiempo de ahumado puede rondar entre 2 a 12 horas bajo una humedad relativa entre 60-75% (Gómez-Guillén et al. 2009). Durante el ahumado el producto absorbe componentes volátiles provenientes del humo y pierde agua. El flavor característico del pescado ahumado en frío se debe principalmente a los fenoles presentes en el humo.

- **Ahumado en caliente:** Si bien las diversas operaciones practicadas en este tipo de ahumado son semejantes a las del ahumado en frío, se trabaja con parámetros diferentes de tiempo y temperatura. La temperatura puede llegar a los 80 °C, por lo que finalmente se obtiene un producto con un cierto grado de cocción y el proceso, por lo general, dura de 30 a 60 minutos. En este caso, se produce desnaturalización de proteínas por la acción del calor y algunos de los compuestos con efecto conservante se pierden al transformarse en CO₂ y H₂O, como consecuencia de la temperatura más alta (Pigott y Tucker 1990).

Para ambos tipos de ahumado, el proceso comienza con una deshidratación inicial de las muestras previamente saladas, donde se forma una película brillante típica de estos productos, para absorber los componentes del humo. El ahumado puede realizarse en un horno artesanal o mecánico. El horno artesanal es una simple chimenea en la que se cuelga el pescado sobre una hoguera de aserrín, que arde lentamente a fin de producir humo, siendo una combustión incompleta, aunque también puede ser una cámara a la que se transfiere el humo producido en el horno localizado cerca de la misma. Para tener mayor estabilidad en el ahumado se debe considerar el suministro constante del humo en condiciones homogéneas, para esto se han desarrollado distintos métodos tomando como referencia los productos obtenidos con los métodos convencionales (cuadro 3)

En relación al tipo de madera o leña de árboles y arbustos adecuados para ahumar existe una tendencia general a utilizar madera o leña dura (roble, nogal, abedul, álamo, aliso, algarrobo y arce), seleccionándose de aquellas presentes o cercanas al lugar en que se realizará esta operación; las maderas resinosas blandas dan al producto un sabor acre mientras que las maderas duras producen un humo con

mayor cantidad de fenoles, que conservan y además dan un aroma característico al producto. A menudo se le adicionan mezclas de especia que le otorgan una característica típica al producto.

Cuadro 3. Métodos alternativos de generación de humo

Método alternativo	Procedimiento
Generadores de humo sin llama	Ahumadores eléctricos o a gas
Generadores de humo a fricción	Discos de acero giratorio que producen el humo al frotar contra la madera. La temperatura del humo en este caso está condicionada a la velocidad de rotación del plato, a la presión que ejercen los trozos de madera sobre el mismo y el caudal de aire que circula en él.
Ahumadores electrostáticos	Aceleran la dispersión de las partículas de humo sobre el alimento a través de un campo eléctrico. Se obtiene un sabor demasiado suave.
Utilización de —humo líquido	El humo de madera recién producido se enfría a 0°C y se introduce en agua, aplicándolo después directamente al alimento o tras extracción por aceite.
Obtención de humo por aire caliente	Consiste en suministrar aire comprimido caliente, entre 300 y 400 °C, al aserrín en la zona de combustión. El humo producido es transportado a través de un ventilador hacia la cámara de ahumado.

Fuente: Martínez *et al.* (2007), Pigott y Tucker (1990)

La madera o leña para producir humo puede presentarse en diversas formas, desde troncos hasta virutas y aserrín, seleccionada dependiendo de la clase de instalación

de ahumado que se utilice. El material se prepara expresamente para esta finalidad, deberán estar exentos de polvo y sustancias extrañas, los desperdicios de la industria maderera no suelen ser apropiados sobre todo si están impregnados de cola y otros adhesivos como lacas y barnices (Figueroa Rodríguez et al. 2010).

La combustión completa de la madera conduce a la formación de gas carbónico, vapor de agua y cenizas, mientras que la combustión incompleta lleva a la formación del humo, siendo el resultado de reacciones de descomposición como oxidación, polimerización y condensación muy complejas a partir de la celulosa, hemicelulosa y lignina de la madera (Möhler 1980).

El humo contiene más de un millar de compuestos, habiéndose aislado e identificado mediante diversas técnicas analíticas más de 300 componentes, siendo los principales los siguientes: fenoles, carbonilos, ácidos, furanos, alcoholes y ésteres, lactosas e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP); (Moret *et al.* 1999). Su composición química ofrece grandes diferencias debido a factores que intervienen en la formación de sus componentes tales como tipo de madera, tipo de generador, contenido de humedad de la madera, temperatura de combustión, caudal de aire, método de ahumado y temperatura del humo.

Dichos componentes del humo se pueden dividir en cuatro grandes clases. Los componentes ácidos, que contribuyen al sabor y a la formación de un endurecimiento superficial, los componentes fenólicos que proveen sabor, color y capacidad de preservación, los carbonílicos que reaccionan con proteínas y otras fuentes de nitrógeno que le dan el color a ahumado de los alimentos y por último los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) que son la porción indeseable del humo, ya que son considerados cancerígenos (Moret *et al.* 1999, Möhler 1980).

Existen diferentes reacciones químicas entre los componentes del humo y la matriz del producto ahumado que generan principalmente los caracteres sensoriales de los mismos. Así la coloración final es conferida primeramente por la sedimentación de sustancias colorantes, productos volátiles del grupo de los fenoles, los cuales experimentan además oscurecimiento por polimerización u oxidación (Möhler 1980). La superficie absorbe también sustancias en forma de partículas

procedentes de los carbohidratos, las más importantes son el furfural y sus derivados. Sin embargo la causa principal de la coloración reside en las reacciones químicas de la superficie de los alimentos con sustancias pertenecientes al grupo de los carbonilos, denominado pardeamiento no enzimático de Maillard. La intensidad y conservación del color dependen de muchos factores como la proporción acuosa de la superficie, pH del sustrato y grado y duración del calentamiento (Möhler 1980).

En cuanto al sabor y el aroma a ahumado, los principales componentes volátiles involucrados son los compuestos fenólicos. Por último está la reacción de los carbonilos, especialmente del formaldehído, que es una de las más importantes en relación a la acción del humo sobre las proteínas. La liberación de agua entre el formaldehído y dos grupos NH, convierte las pequeñas moléculas en otras mayores y los grupos NH se unen entre sí formando parte de las moléculas proteicas. Si se producen varias uniones, sobreviene una reticulación irreversible que tiene gran influencia sobre la solubilidad, la gelatina se endurece y el colágeno fresco se hace insoluble en agua (Möhler 1980).

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) constituyen la causa principal de los reparos higiénicos que se han esgrimido contra los productos ahumados. En el caso específico de los productos de la pesca la posibilidad de presencia de estos es considerada peligrosa si el proceso de ahumado no se lleva a cabo bajo condiciones controladas (Mölher 1980, Moret *et al.* 1999). Es así que la formación de estos compuestos está principalmente ligada a variables de proceso como el diseño del generador de humo, temperatura de combustión y grado de ahumado (Moret *et al.* 1999).

Durante el ahumado en caliente se absorbe de ocho a nueve veces más 3,4 benzopireno que en el ahumado en frío, en cuanto a los niveles de HAP en general son máximos en los productos ahumados en caliente y los ahumados en frío de forma prolongada (Rubio Armendáriz *et al.* 2006). El pescado deshidratado mediante aire caliente de forma directa sobre llamas de gas o petróleo puede también contener estas sustancias. Así en el caso de este peligro para la salud en pescado ahumado se ha determinado que el mismo puede ser evitado por una

correcta operación de ahumado, por ejemplo evitando temperaturas superiores a 400 °C, utilizando ahumaderos higiénicamente diseñados y utilizando humo condensado, donde estas sustancias no están presentes (Yeannes 2006).

Los procedimientos actuales en los que es posible controlar la generación del humo y es posible modificar la composición del humo antes de su aplicación al alimento, reducen notablemente la posibilidad de existencia de estos tóxicos como resultado del ahumado (Rubio Armendáriz et al. 2006). De acuerdo al Código Alimentario Argentino en su artículo 171 se indica que los productos ahumados no deberán contener cantidad mayor de 1 ppb de 1,2 benzopireno, 3,4 benzopireno, fluoreno, fenantreno y otros hidrocarburos policíclicos de acción tóxica o nociva para la salud. La unión europea bajo la reglamentación N° 835/2011, indica que para los productos pesqueros ahumados el límite máximo en el contenido de benzopireno es 5 µg/kg y de la suma del benzopireno más benzoantraceno, fluoreno y criseno los 30 µg/kg.

- **Ahumado con humo líquido:** Este tipo de ahumado ha sido ampliamente utilizado en los alimentos, pues permite obtener características que son similares a la de los productos ahumados de forma tradicional. En este sentido, se presenta como una alternativa para evitar la presencia de HAP en los alimentos, pues mediante un proceso de purificación del humo líquido pueden ser reducidos en su contenido. Este tipo de humo consiste en un condensado acuoso de humo filtrado que puede presentarse como un líquido concentrado, en un soporte oleoso o como polvo sólido (Montazeri et al. 2012). Las principales ventajas del empleo de humo líquido son los mínimos costos de instalación y de funcionamiento, la reducción del tiempo de ahumado y que esta técnica permite obtener una coloración homogénea e uniforme en el producto final (Montazeri *et al.* 2012). Básicamente, los compuestos generados en la combustión de la madera pueden procesarse de dos modos diferentes, bien por simple condensación del humo, dando lugar a un condensado del que se elimina el alquitrán y los HAP, o bien por retención de los componentes del humo en soportes físicos que luego se emplearán en la elaboración del alimento ahumado. Como soportes líquidos se emplea agua, aceite, vinagre y soluciones hidroalcohólicas y como soportes sólidos se emplean

azúcares, almidones, dextrinas, goma arábica, especias, sales, hidrolizados de proteínas y sistemas coloidales como gelatinas, siendo su aplicación desde la formulación del alimento hasta pulverización sobre la superficie del mismo.

- **Etapas de envasado y almacenamiento**

Los últimos pasos constituyen el envasado y el almacenamiento. Las piezas o filetes ahumados se preparan para el empaque y se puede envasar en recipientes plásticos, de vidrio en aceite o al vacío para mantenerlos en refrigeración por 4 a 6 semanas o congelados de 2-4 meses.

En el contexto de los alimentos perecederos, las condiciones de envasado a vacío o en atmósferas modificadas son bacteriostáticas, es decir, reducen la velocidad de crecimiento de los microorganismos, pero no son bactericidas ni para los microorganismos aerobios ni anaerobios. Además, por ejemplo el envasado al vacío implica el peligro con microorganismos anaerobios, en especial el *Clostridium botulinum*. Al eliminarse el oxígeno del entorno atmosférico del producto, se crean condiciones favorables para su crecimiento, aunque la presencia de otros agentes oxidantes puede minimizar los efectos de las bajas concentraciones de oxígeno. Este riesgo, sin embargo es mayor en casos de temperaturas altas o en prolongados tiempos de conservación que debe ser controlado con otras barreras. También se pueden encontrar productos ahumados en conserva enlatados los cuales tienen una vida útil aún mayor debido a la combinación con un tratamiento térmico.

Las condiciones de almacenamiento es otro factor a considerar en conjunto con las características intrínsecas del producto, la tendencia actual en este tipo de productos es a utilizar almacenamientos refrigerados o congelados que permitan disminuir la intensidad del ahumado y la obtención de productos con un suave flavor a ahumado. En cuanto a la conservación, el efecto de disminuir la temperatura de almacenamiento se relaciona con la disminución en la velocidad de las reacciones químicas y crecimiento de los microorganismos. La temperatura de refrigeración apropiada, es generalmente inferior a la temperatura mínima de crecimiento de la

mayoría de los microorganismos productores de intoxicaciones alimentarias, aumentando también considerablemente el tiempo de generación de los microorganismos psicrófilos y psicrótrófos (deteriorantes). Sin embargo, si su población inicial es alta, los alimentos refrigerados pueden alterarse en poco tiempo. A temperaturas de congelación se logran paralizar la mayoría de los procesos de alteración, químicos y microbiológicos. Solo las reacciones de oxidación continúan a muy baja velocidad, sobre todo en especies pesqueras grasas (Barbosa-Cánovas et al. 2007, Martínez *et al.* 2010).

2.1.2.2. Evaluación sensorial aplicada a productos pesqueros ahumados

El proceso de ahumado otorga al pescado características particulares de sabor, olor, textura y color, que se diferencian principalmente dependiendo de las condiciones de producción en cada etapa, además de las características de la especie pesquera utilizada y sus modificaciones en cada una de ellas. La evaluación de las características sensoriales de este tipo de productos permitirá caracterizarlo y analizar el efecto de la combinación de diferentes factores sobre su aceptabilidad. El análisis sensorial descriptivo puede ser considerado como el primer paso en la caracterización sensorial de un alimento, proveyendo una terminología pre-definida para describir percepciones sensoriales lo más objetivamente posible. Con este análisis se puede desarrollar un perfil del alimento el cual lo define y permite la comparación entre diferentes productos (Espinosa Manfugás, 2007). En el caso de los productos ahumados se pueden encontrar en la literatura científica trabajos que proponen posibles términos junto con sus respectivas referencias para describir el flavor de los mismos.

2.1.2.3. Microbiología

No solo los aspectos sensoriales son importantes en el producto final, la calidad microbiológica juega un papel fundamental en los productos ahumados. La estabilidad microbiológica de los alimentos ahumados depende de diferentes variables que involucran a la materia prima y al proceso propiamente dicho, a partir

de la combinación de los siguientes factores (Connell 1990):

Salado, que reduce la a_w y por tanto inhibe el crecimiento de muchos microorganismos patógenos y responsables del deterioro (aunque se requiere una reducción inferior a 0,95 para que el efecto sea significativo).

- Deshidratación superficial, lo que origina una barrera física al paso de los microorganismos y un ambiente hostil para cualquier proliferación microbiana aerobia.
- Deposición de sustancias antioxidantes fenólicas, que retrasan la autooxidación lipídica (y la rancidez) de los lípidos del pescado generalmente insaturados
- Deposición de sustancias antimicrobianas tales como fenoles, formaldehído y nitritos.

En un extremo se pueden considerar a los productos ahumados tradicionales, usualmente con un alto nivel de sal y con la aplicación de un ahumado intenso, lo que resulta en productos estables por un período de tiempo bastante largo, por varias semanas a 0 °C o por varios días a 15 – 20 °C (Connell 1990). En el otro extremo se ubicarían los productos que son ligeramente salados y ahumados, obteniéndose una estabilidad que depende de condiciones extrínsecas, como la temperatura de almacenamiento y el envasado (vacío, atmósfera modificada) (Connell 1990).

La temperatura alcanzada en el ahumado en caliente es tal que resulta en la desnaturalización de enzimas y llega casi a esterilizar el producto (Pigott y Tucker 1990).

En general, mediante un salado intenso se logra una a_w por debajo de 0,900 previniendo así el desarrollo de la mayoría de los microorganismos (para *Staphylococcus aureus* es necesario $a_w < 0,86$), sin embargo a nivel sensorial resulta en ciertos casos un producto inaceptable para el consumidor (Barbosa-Cánovas et al. 2007, Pigott y Tucker 1990).

Así, el uso de ClNa es generalmente combinado con otras técnicas de preservación y/o con otros agentes depresores de la a_w , que en conjunto permiten obtener un

producto estable, siendo compatible con la naturaleza del alimento respecto a los caracteres organolépticos. Si bien no existe un requerimiento legal en cuanto al contenido de sal en los productos ahumados, se recomienda un nivel mínimo de 3 % g/g b.h. ($a_w \approx 0,960$) de forma homogénea en toda la pieza de pescado (Huss 1999). Mediante este grado de salazón y junto con el almacenamiento refrigerado ($T < 5 \text{ }^\circ\text{C}$), siendo ambos punto críticos de control, se logra prevenir el desarrollo de *C. botulinum* y por lo tanto el de un posible peligro de intoxicación alimentaria (Huss 1999). Estas condiciones resultan dar una amplia protección contra el desarrollo de otras bacterias como *Aeromonas* spp. En cuanto a la microflora incorporada durante el procesamiento, estas son principalmente mesofílicas y su crecimiento potencial esta probablemente limitado a la competencia con la flora nativa, siendo que los productos no son mantenidos a temperaturas altas. El control de estos microorganismos deberá estar enfocado en condiciones de higiene adecuadas durante el proceso. En cuanto al uso de otros agentes depresores de la actividad de agua, su combinación está principalmente ligada a la menor ganancia de solutos con la consecuente mayor pérdida de agua, logrando así un producto con un menor porcentaje de sal. También, respecto al uso de distintos solutos, sucede que en ciertos casos el efecto sobre un mismo microorganismo difiere. Así ellos indican que, bajo un mismo valor de a_w , las cepas de *Staphylococcus aureus* resultan inhibidas con mayor alcance mediante el uso de glicerol que con ClNa. Informan que el uso de soluciones concentradas para el salado vía húmeda, permite disminuir la carga microbiana debido a la descontaminación producida por alta concentración de solutos en la interfase producto/solución (Collignan *et al.* 2001).

Respecto a las operaciones dentro del horno de ahumado, la deshidratación inicial contribuye a la disminución en la a_w y con ello a la disminución de la población microbiana. El ahumado propiamente dicho implica la sedimentación y difusión de diferentes sustancias volátiles (formaldehído, fenoles, ácidos orgánicos) en los filetes y con ello el agregado de compuestos bacteriostáticos y bactericidas (Cardinal *et al.* 2001).

2.2. ANTECEDENTES

Oliva (2008) en su investigación titulado: “Efectos de la Concentración de Salmuera Utilizando dos Fuentes de Energía; en el proceso de ahumado de paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*), en Santa María de Nieva Región Amazonas”, tuvo como objetivo obtener carne ahumada a partir de las especies de paco y gamitana producidas bajo un sistema de cultivo semi intensivo, así como determinar el potencial agroindustrial de la carne ahumada. Los tratamientos estudiados fueron: T1 (20 % de sal, con capirona), T2 (20 % de sal, con coronta de maíz), T3 (25 % de sal, con capirona), T4 (25 % de sal, con coronta), T5 (30 % de sal, con capirona) y T6 (30 % de sal, con coronta). La aplicación de la sal en tres proporciones diferentes fue en la etapa de salmuera durante un tiempo de 45 minutos y a temperatura ambiente, por otra parte como fuente de energía se utilizó leña de capirona y tusa de maíz, materiales disponibles en la zona. Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento con mejores características bromatológicas correspondieron a los tratamientos T3 y T4, alcanzando en general los niveles más altos en lo que se refiere al análisis proteínas y pH; así como alcanzando niveles menores en porcentaje de grasas y contenido de humedad. En conclusión para obtener un producto con las mejores características de calidad, la proporción de sal que se debe de añadir para formular la salmuera saturada para el proceso de ahumado de pescado de las especies de paco y gamitana, corresponde a un 25 %, asimismo utilizando como fuente de energía para la combustión a la coronta de maíz.

Hurtado (2013) en su investigación titulada “Utilización de tres aromatizantes naturales en el procesamiento de cachama ahumada”, evaluó la utilización de tres aromatizantes naturales (canela, jengibre y albaca), en el procesamiento de la cachama ahumada. El empleo de los aromatizantes naturales no afectó estadísticamente las características nutritivas de la cachama, con el empleo de albaca la cachama ahumada registró el mayor contenido de humedad (67,52 %) y menor contenido de materia seca (32,47 %), presentó el mayor aporte proteico (21,97), con el empleo de la canela registro el mayor contenido de cenizas (2,24), con el empleo de jengibre se registró el menor contenido de proteína (21,27), la

valoración microbiológica determina que la cachama ahumada elaborado con albaca reporta los valores más bajos para aerobios Mesófilos (69,33 ufc/g.) y de Coliformes totales (149,33 ufc/g), esto se puede deber a que esta planta tiene propiedades antimicrobianas, por lo que el campo de desarrollo de estos microorganismos no es el ideal proporcionando un producto de mejor calidad sanitaria y apto para el consumo humano. Sus características organolépticas estadísticamente no se afectaron, por lo que se recomienda la utilización de los aromatizantes naturales en la elaboración de la cachama ahumada, siendo un producto altamente aceptado por parte de los consumidores y que fue representado a través de los catadores que evaluaron este producto, con costos de producción menores, elevando su rentabilidad.

Cabrera (2012) en la investigación “Niveles de jugo de naranja (*Citrus Aurantium L.*), como antioxidante natural en la elaboración de tilapia ahumada”, estudió niveles de jugo de naranja, como antioxidante natural en la elaboración de Tilapia ahumada (T0= 0% de jugo de naranja, T1= 0,05 % de jugo de naranja, T2= 0,10 % de jugo de naranja, T3= 0,15 % de jugo de naranja). Como variables de estudio se plantearon: Análisis bromatológico (Porcentaje de humedad, porcentaje de proteína, porcentaje de grasa y porcentaje de ceniza), Análisis microbiológico (Aeróbios mesófilos, Coliformes totales), Análisis organolépticos (Color, Sabor, Olor y Textura). Concluyéndose que el contenido de ceniza fue influenciado por los niveles de jugo de naranja el cual destacó al tratamiento T3 con 23,21 %. 2), en el contenido de proteína se logró mayor efecto con el tratamiento T0 con 35,31 % lo que indica que la Tilapia es una especie de alto valor proteico, el contenido de grasa es conservado por los antioxidantes presentes en el jugo de naranja ya que se evidenciaron resultados con 18,71 % con el tratamiento T0. 4), en la las variables organolépticas evaluadas solo en las variables olor a humo y textura suave se encontró los promedios 3,73 y 3,58, respectivamente los cuales fueron aceptables y agradables para su consumo. El tratamiento 1 alcanzó los mayores beneficios netos y rentabilidad con \$ 5,73 y 25,73 % siendo un negocio atractivo a emprender y desarrollar.

Rizo *et al.* (2012) en la investigación “Desarrollo de un nuevo proceso para la obtención de salmón ahumado”, tuvieron como objetivo optimizar un nuevo método de salado-ahumado combinado con el envasado al vacío, para la obtención de salmón ahumado. Se empleó como materia prima filetes de salmón cortados transversalmente en porciones de 4 cm, las cuales se dividieron en 4 lotes, cada lote fue salado empleando una concentración de sazónador diferente (4, 6, 8 y 16 g sazónador/100 g pescado fresco) y la cantidad a dosificar en cada caso se calculó a partir del peso inicial de cada muestra. Cada lote se dividió en dos grupos, uno se envasó en aire y el otro a vacío. Asimismo, se establecieron 3 tiempos de salado (12, 18 y 24 horas), manteniendo las muestras a 4 °C. Finalizado el procesado, se llevaron a cabo análisis de humedad, contenido en NaCl y a_w . En las muestras con mayor dosificación de sal (8 y 16 %) se observó un aumento en el contenido en NaCl, y consecuentemente una reducción de los valores de a_w , al aumentar el tiempo de procesado, independientemente del tipo de envasado; sin embargo, para las dosificaciones del 4 y 6 %, estos cambios fueron de menor magnitud en las muestras envasadas en aire y prácticamente nulos en el salmón envasado al vacío. Esto es debido a que en ambos casos, a las 12 h toda la sal había sido absorbida. El envasado al vacío provocó una aceleración en el proceso únicamente para la dosificación del 16 %, siendo estas diferencias mínimas para el resto de dosificaciones. A partir de los resultados, se estableció como condiciones óptimas de procesado un salado con 16 % de sazónador durante 24 h, envasando a vacío. El nuevo método permitió obtener salmón ahumado similar al comercial, reduciendo tiempos de procesado y residuos generados.

Correa *et al.* (2011), evaluaron en la investigación “Procesamiento de ahumado en trucha, *Oncorhynchus mykiss* y tilapia, *Oreochromis niloticus*, bajo condiciones de laboratorio” reportaron que *Oncorhynchus mykiss* “trucha” y *Oreochromis niloticus* “tilapia” son especies dulce acuícolas de importancia económica cuyo procesamiento de ahumado se desconoce. El material biológico estuvo constituido por 14,04 kg de tilapia y 3,99 kg de “trucha”. Estos especímenes fueron comprados de las ventas comerciales en Plaza Vea durante el 2011. El flujograma aplicado al procesamiento de ahumado en trucha y tilapia fue para un ahumado en caliente

con sus respectivas operaciones y procesos, en donde se aplicaron diferentes temperaturas, tiempos, concentraciones de sal y densidades de humo lográndose un buen rendimiento del producto final. En el análisis sensorial se evaluaron los criterios de olor, sabor, apariencia y consistencia, obteniéndose una calificación muy buena para ambos materiales biológicos. Asimismo se valoraron los parámetros de humedad, proteínas, grasas, cenizas y carbohidratos en el análisis bromatológico, hallándose un excelente valor nutricional tanto para trucha como tilapia. En el análisis microbiológico se encontró ausencia de microorganismos en los productos ahumados, lo cual lo hace inocuo para el consumo humano directo.

Gordón y Ruiz (2015) en la investigación “Obtención de enlatados a partir de *Colossoma macropomum* (Gamitana) ahumada y productos ahumados empacados al vacío en diferentes films aplicando métodos combinados de conservación”, el objetivo de la investigación fue dar mayor valor agregado al *Colossoma macropomum* con la obtención de productos ahumados en diferentes tipos de envases, aplicando métodos combinados (como el salado, secado, proceso de ahumado, congelado y empacado al vacío.) con el fin de obtener conservas de Filete y Grated en líquido de gobierno: aceite vegetal y productos congelados en diferentes empaques. Los factores de estudio fueron: tiempo de ahumado (3 y 5 horas), tiempo de salado (10 y 20 minutos) en el deshidratador osmótico. Se utilizó un deshidratador osmótico de 74,8 litros de capacidad a una velocidad de flujo de 1,2 m³ /h; que contuvo una solución osmótica de cloruro de sodio al 25 % por 20 minutos. En el congelado se estudió 3 factores: tiempo de salado: 20 minutos tiempo de ahumado: 5 horas, tipo de empaque: polietileno, bilaminar modificado, trilaminar. El flujo de proceso para congelado que se utilizó fue la materia prima gamitana, luego se procedió al lavado/ desinfectado, eliminación de escamas, eviscerado, lavado, escurrido, salado, secado, proceso de ahumado, enfriado, luego empacamos al vacío en diferentes empaques (polietileno de alta densidad, bilaminar, trilaminar) y almacenamos en congelación a -18 °C. Para el análisis físico químico en conservas y congelados se determinó la humedad de la materia prima, ceniza, grasa, proteínas. Para el análisis sensorial se realizó la prueba de escala de 5 puntos para determinar el mejor tratamiento los cuales se encontraron dentro

de los rangos permitidos según (NORMA- UNE: 87-020-93/ EQUIVALENTE A LA NORMA ISO 4121- 1987), el cual cumplió con las expectativas del consumidor.

Silva (2008) en su tesis "Estudio técnico para la elaboración de conserva de pescado ahumado de la especie "paco" *plaractus brachypomus* en salsa de tomate". Tuvo como objetivo principal establecer los parámetros para obtener un producto con características organolépticas, físico-químicas, microbiológicas, y nutritivas para el consumo humano. Logró las siguientes condiciones de proceso: Materia Prima; Lavado/Pesado; Desescamado/Fileteado/Eviscerado; Lavado I Desangrado con agua clorada y salmuera al 2 %; Ensalmuerao por 30 min. al 10% o al 20 % por 15 min., sazonado con vinagre, sal y glutamato de sodio; escurrido; ahumado por 2.5 horas a temperatura escalonada de 50 a 90 °C; enfriado por 12 hora; cortado en filetes pequeños; envasado I Pesado en latas de 1/2 libra; Llenado con salsa de tomate como liquido de gobierno; evacuado a 95°C por 8 minutos; sellado / lavado; Tratamiento térmico I Enfriado a 120.4 °C por 60 minutos y 0.77 kg/cm²; enfriado por 10 minutos hasta la temperatura ambiente; Almacenamiento por 60 días a temperatura ambiente. El producto final tiene una composición química proximal siguiente: Humedad: 70 %; Proteína: 20.10 %; Grasa: 5 %; Ceniza: 2 %; Carbohidratos 2.90 % y cloruros 0.70 %. Los costos variables de producción para la elaboración de una conserva de paco ahumado en salsa de Tomate fue de SI 5.59 Nuevos Soles.

2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.3.1. Hipótesis general

- Mediante la optimización de la concentración del salado y el tiempo de ahumado se logra obtener filetes de paco ahumados con buenas propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

2.3.2. Hipótesis específicas

- La concentración óptima de sal en la etapa del salado en el proceso del

ahumado de los filetes de paco permite la obtención de un producto con buenas características sensoriales.

- El tiempo óptimo de ahumado de los filetes de paco permite la obtención de un producto con buenas características físicas y sensoriales.
- El producto final obtenido presenta buenas características físicoquímicas.

2.4. VARIABLES

2.4.1. Variables independientes

- Nivel de concentración de sal en la salmuera.
 - X₁₁: Salmuera con 15 % de concentración de NaCl
 - X₁₂: Salmuera con 20 % de concentración de NaCl
 - X₁₃: Salmuera con 25 % de concentración de NaCl
 - X₁₄: Salmuera con 30 % de concentración de NaCl
- Tiempo de ahumado.
 - X₂₁: 60 minutos a una temperatura entre 65 ± 5 °C
 - X₂₂: 120 minutos a una temperatura entre 65 ± 5 °C
 - X₂₃: 150 minutos a una temperatura entre 65 ± 5 °C
 - X₂₄: 180 minutos a una temperatura entre 65 ± 5 °C

2.4.2. Variables dependientes

Características y físicas sensoriales de los filetes ahumados obtenidos

Características físicas (Y_i)

Perfil de textura

- Dureza
- Adhesividad
- Cohesividad
- Gomosidad

Características sensoriales (Y_j)

Y_1 : Sabor

Y_2 : Color

Y_3 : Olor

Y_4 : Textura

2.4.3. Variables Intervinientes

- Condiciones del ahumado
- Condiciones de la planta de proceso

2.4.4. Operacionalización de variables

En el cuadro 4, se muestra la operacionalización de las variables para el estudio.

Cuadro 4. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente Niveles de concentración de sal de la salmuera Tiempos de ahumado del filete de paco	Concentración de NaCl en la salmuera	15 % de [NaCl] / 45 min 20 % de [NaCl] / 45 min 25 % de [NaCl] / 45 min 30 % de [NaCl] / 45 min
	Minutos de ahumado del filete de paco	60 minutos a 65 ± 5 °C 120 minutos a 65 ± 5 °C 150 minutos a 65 ± 5 °C 180 minutos a 65 ± 5 °C
Dependiente Características físicas y sensoriales de los filetes ahumados de paco.	Análisis físicos	Perfil de textura <ul style="list-style-type: none"> – Dureza – Adhesión – Cohesión – Gomosidad
	Análisis sensorial	Color, sabor, olor y textura
	Análisis fisicoquímicos	Humedad, proteína, fibra, grasa y cenizas

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al tipo de investigación pertenece a la investigación APLICADA y de acuerdo al nivel pertenece a la investigación EXPERIMENTAL.

3.2. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN

La parte experimental de la investigación se realizó en la planta de producción de la Empresa Agroindustrial Del Monte ubicado en el distrito de Amarilis Huánuco y en los laboratorios de bromatología y análisis sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, durante el periodo comprendido entre los meses de octubre a diciembre del 2018.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

La Población son los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) ahumado con diferentes concentraciones de sal en la etapa de la salmuerado y diferentes tiempos de ahumado, según se muestra en los cuadros 5 y 6.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 5 kg de filetes de paco ahumados por tratamiento que se utilizó para la evaluación de las características sensoriales y fisicoquímicas.

Unidad experimental

Las unidades de análisis fueron los filetes de paco ahumado envasados en bolsas de polietileno de alta densidad con un peso de 500 g y obtenidos de acuerdo a los diferentes tratamientos.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En los cuadros 5 y 6, se muestran los tratamientos aplicados para la evaluación de la concentración de la salmuera y el tiempo de ahumado en la obtención de filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) ahumados con buenas características sensoriales y fisicoquímicas.

Cuadro 5. Tratamientos de concentración de sal en la etapa del salmuerado del proceso de obtención de filetes de paco ahumado

Tratamientos	Descripción
T ₁ [salmuera]:	Salmuera con 15 % de [NaCl] / 45 min
T ₂ [salmuera]:	Salmuera con 20 % de [NaCl] / 45 min
T ₃ [salmuera]:	Salmuera con 25 % de [NaCl] / 45 min
T ₄ [salmuera]:	Salmuera con 30 % de [NaCl] / 45 min

Cuadro 6. Tratamientos de tiempos de ahumado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado

Tratamientos	Descripción
T ₁ [ahumado]:	60 minutos de ahumado a 65 ± 5°C
T ₂ [ahumado]:	120 minutos de ahumado a 65 ± 5°C
T ₃ [ahumado]:	150 minutos de ahumado a 65 ± 5°C
T ₄ [ahumado]:	180 minutos de ahumado a 65 ± 5°C

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Hipótesis referente a las concentraciones de la salmuera

Hipótesis nula

H_0 : Las cuatro concentraciones de sal en la etapa del salmuerado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado otorgan al producto final iguales características sensoriales.

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

Hipótesis de investigación

H_1 : Al menos uno de las concentraciones de la salmuera en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado otorgan al producto final diferentes características sensoriales.

$$H_1 : \text{al menos un } \tau_i \neq 0$$

3.5.2. Hipótesis referente a los tiempos de ahumado

Hipótesis nula

H_0 : Los cuatro tiempos de ahumado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado otorgan al producto final iguales características físicas y sensoriales.

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

Hipótesis de investigación

H_1 : Al menos uno de los tiempos de ahumado el proceso de obtención de filetes de paco ahumado otorga diferente característica sensorial y física al producto final.

$$H_1 : \text{al menos un } \tau_i \neq 0$$

3.5.3. Diseño de la investigación

En la evaluación de las características físicas determinadas en el estudio, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA). Para la clasificación de los

tratamientos, según preferencia, se aplicó la prueba de comparación de Tukey con $\alpha = 5\%$.

El modelo aditivo lineal correspondiente a un Diseño Completamente al Azar es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Valor de la propiedad física obtenida en el filete de paco de la j -ésima repetición sometida al i -ésimo nivel del tiempo de ahumado.
- μ = Efecto de la media general.
- α_i = Efecto del i -ésimo nivel del tiempo de ahumado de los filetes de paco
- ε_{ij} = Efecto del error de dicha unidad experimental.

La evaluación sensorial que se efectuó en las diferentes etapas del estudio fueron analizados estadísticamente a través de la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Sotomayor 2008).

3.6. MATERIA PRIMA E INSUMOS

Peces experimentales

Se trabajó con peces paco (*Piaractus brachypomus*), que fueron adquiridos y seleccionados luego de una inspección visual con la finalidad de evaluar sus características físicas y vitales. Los peces fueron adquiridos de la piscigranja "Hidalgo" ubicado en localidad de Santa Rosa del distrito Padre Felipe Luyando, Provincia Leoncio Prado, departamento de Huánuco.



Figura 1. Adquisición de los peces paco de la piscigranja “Hidalgo”

3.7. EQUIPOS Y MATERIALES

3.7.1. Equipos

- Balanza de precisión digital, marca FURI, escala de 0 – 5000 g (0,1 g – 0,1 g)
- Termómetro digital de aguja, marca TAYLOR, rango 0°C – 120°C
- Congeladoras, marca CONTINENTAL, modelo FRIOMAX, motor: ¼ HP, 915 Btu/hora, volumen bruto de capacidad: 300 L.
- Cocina semi industrial, marca CONTINENTAL, licuadora marca OSTER
- Empacadora al vacío (succión), marca OSTER, modelo FOOD SABER VAC 550 – 51
- Equipos Soxhlet para la determinación de grasas, equipo Kjeldahl para la determinación de proteínas, estufa eléctrica, mufla entre otros para las determinaciones fisicoquímicas
- Equipo de ahumado semi industrial.

3.7.2. Materiales

Baldes de plástico, tablas para picar, cuchillos de acero inoxidable, ollas, tinajas, tijeras, cucharas, probetas, entre otros.

3.8. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la figura 2, se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución del trabajo de investigación:

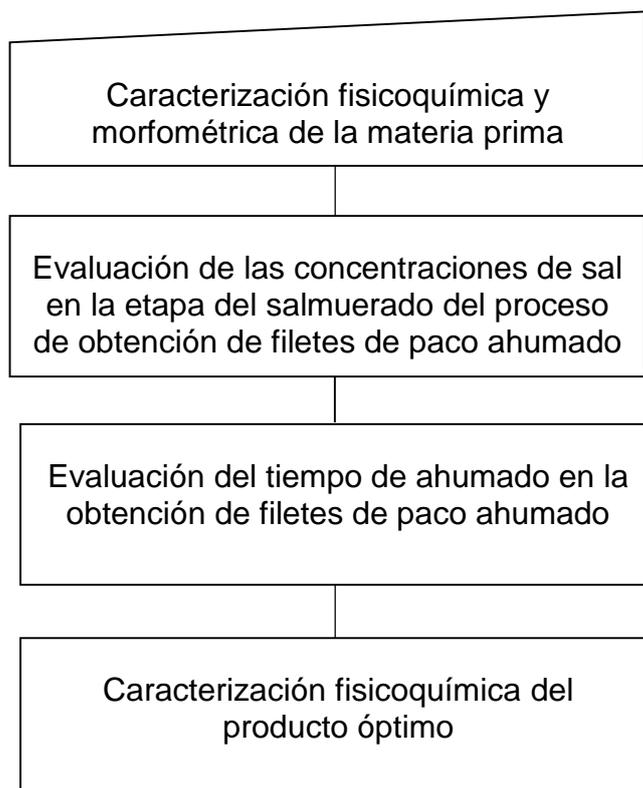


Figura 2. Esquema experimental del trabajo de investigación

3.8.1. Caracterización de la materia prima

La caracterización fisicoquímica se realizó al filete de paco mediante los métodos descritos por la AOAC (Horwitz 1997), fueron los siguientes análisis:

- Humedad. Se utilizó el método de estufa con sistema de vacío.
- Proteína. Se utilizó el método de Kjeldal.
- Carbohidratos. Se determinó por diferencia de la suma de % de humedad y los sólidos existente.
- Grasa total. Método de Soxhlet.
- Fibra. Método de digestión ácida-alcalina.

La caracterización morfométrica, se realizó a una muestra de 15 peces pacos. Se determinaran: Peso del filete (g), escamas (g), espinazo (g), branquias (g), vísceras (g), aletas (g), cabeza (g), peso fresco (g), peso del tronco (g), longitud total (cm), longitud de cabeza (cm), altura de cabeza (cm), espesor del tronco (cm). Para las determinaciones se utilizó una balanza de precisión 0,01 g, así como un pie de rey.



Figura 3. Caracterización morfométrica del pes paco

3.8.2. Evaluación de la concentración de sal en la etapa del salmuerado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado

En la figura 4, se muestra el flujograma para la evaluación de las concentraciones de la salmuera en la obtención de filetes de paco ahumado, cuyas operaciones se describen:

- **Recepción y selección de la materia prima**

Se adquirieron peces paco de la piscigranja “Hidalgo” ubicados en localidad de Santa Rosa del distrito Padre Felipe Luyando, Provincia Leoncio Prado, departamento de Huánuco, fueron transportadas a la ciudad de Huánuco en cajas de tecnoport adecuado y con hielo en trozos.

Previo a la evaluación del salmuerado, se realizó una inspección de limpieza para verificar que los equipos y el área de trabajo se encuentran desinfectados. Los peces llegados a la planta de proceso fueron beneficiados y se utilizó solo la fibra muscular de todo músculo o parte comestible del pez (filetes). La sal (cloruro de sodio) y el resto de los insumos fueron adquiridos en el mercado de abastos de la localidad de Huánuco.

- **Pesado**

Los peces paco recepcionados y las cantidades de sal e insumos adicionales se pesaron utilizando una balanza de precisión.

- **Descamado**

Con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable se realizó el descamado que consistió en eliminar las escamas y la mucosidad presentes en los pescados.

- **Eviscerado**

El eviscerado se realizó haciendo un corte a lo largo del vientre para extraer las vísceras, cuidando no contaminar la carne del pescado con los líquidos segregados de las vísceras.

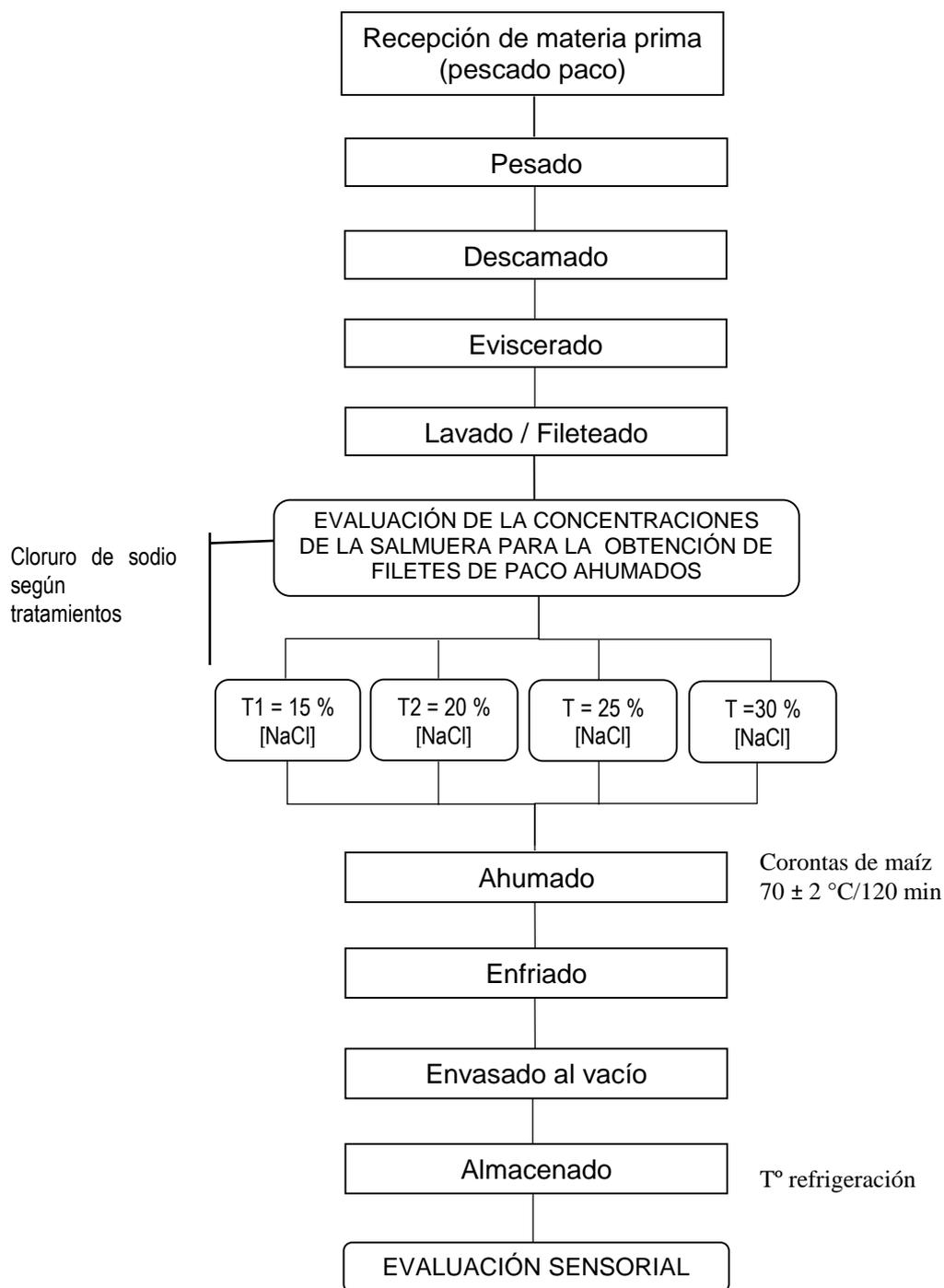


Figura 4. Flujograma para la evaluación de la concentración de la salmuera en la obtención de filetes de paco ahumados



Figura 5. Descamado y eviscerado de los peces paco

- **Lavado y fileteado**

Para el lavado se utilizó agua tratada, y la extracción de los filetes se realizó manualmente con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable.



Figura 6. Fileteado de los peces paco

Evaluación de la concentración de las salmuera

De acuerdo al cuadro 5, se prepararon las salmuera en un baldes de 30 L de capacidad (figura 7), las concentraciones fueron de 15, 20, 25 y 30 % de cloruro de sodio, los filetes de paco se sumergieron en estas soluciones saturadas, según los tratamientos, el tiempo de remojo fue de 45 minutos, posteriormente, se enjuagó los filetes en una salmuera más débil (5%), para eliminar el exceso de sal acumulada.



Figura 7. Salmuerado de los peces paco

▪ Ahumado

Antes del ahumado se oreó los filetes de paco hasta eliminar el agua superficial. Para el ahumado se colocaron los filetes de pescado en los ganchos del ahumador, cuidando de no colocar muy contiguos los filetes (ver figura 8). Para la fuente de humo se utilizó corontas de maíz; asimismo el tiempo de ahumado para esta primera parte de la investigación fue de 2 horas.



Figura 8. Oreado y ahumado de los peces paco

- **Enfriado**

El producto se dejó enfriar por 30 minutos aproximadamente a temperatura ambiente para luego realizar el envasado.

- **Envasado**

Luego del enfriamiento los filetes de paco ahumados fueron envasados al vacío en envases de polietileno de alta densidad.

- **Almacenado**

El producto se acondicionó en una cámara de frío, a temperatura de refrigeración, hasta la evaluación sensorial.



Figura 9. Envasado al vacío de los peces paco

Evaluación sensorial de los productos

Para la evaluación sensorial de las concentraciones del salmuerado, se utilizó el método de análisis comparativo con escalas hedónicas: de 1 a 7 puntos para los atributos sabor, color, olor y textura (Anzaldúa 1994 y Sancho *et al.* 2002). La escala hedónica general de 1 a 7 se muestra en el cuadro 8.

En la evaluación sensorial, las muestras fueron codificadas cada una con tres dígitos diferentes, mediante una tabla de números aleatorios. Los filetes de paco ahumados fueron fritos ligeramente y se entregaron a un panel de 18 panelistas, quienes juzgaron su “nivel de agrado”. El panel de panelistas catadores, estuvo conformado por estudiantes egresados y personal docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de ambos sexos, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, quienes fueron previamente capacitados para la prueba. En el anexo 1

se muestra las fichas de evaluación entregadas a los panelistas para la evaluación sensorial.

Cuadro 8. Escala hedónica para la determinación de los atributos (sabor, color, olor y textura)

Valor	Atributo	Atributo
	Sabor	Color, olor y textura
7	Muy agradable	Muy buena
6	Agradable	Buena
5	Ligeramente agradable	Ligeramente buena
4	Ni agradable ni desagradable	Ni buena ni mala
3	Ligeramente desagradable	Ligeramente mala
2	Desagradable	Mala
1	Muy desagradable	Muy mala

Fuente: Anzaldua (1994) y Sancho et al. (2002)



Figura 10. Evaluación sensorial de los filetes de paco ahumado

3.8.3. Evaluación del tiempo de ahumado en la obtención de filetes de paco ahumado

En la figura 11, se muestra el flujograma para la evaluación experimental de los tiempos de ahumado de los filetes de paco, cuyas operaciones y estudios se describen a continuación:

- **Etapas previas al ahumado**

Todas las etapas previas al ahumado fueron similares a las descritas para el estudio de las concentraciones de la salmuera (figura 4).

Evaluación de los tiempos de ahumado en la obtención de filetes de paco ahumado

De acuerdo al cuadro 6, a los filetes de paco que han salido del salmuerado óptimo y estando previamente oreado, se les sometió al efecto de cuatro tiempos de ahumado: 60, 120, 150 y 180 minutos y a una temperatura de 65 ± 5 °C, según los tratamientos.

- **Enfriado**

Los productos obtenidos, según tratamiento fueron enfriados por un tiempo de 30 minutos aproximadamente a temperatura ambiente para luego realizar el envasado.

- **Envasado**

Luego del enfriamiento los productos fueron envasados al vacío en envases de polietileno de alta densidad.

- **Almacenado**

Los productos envasados al vacío fueron acondicionados a temperatura de refrigeración, hasta la evaluación sensorial.

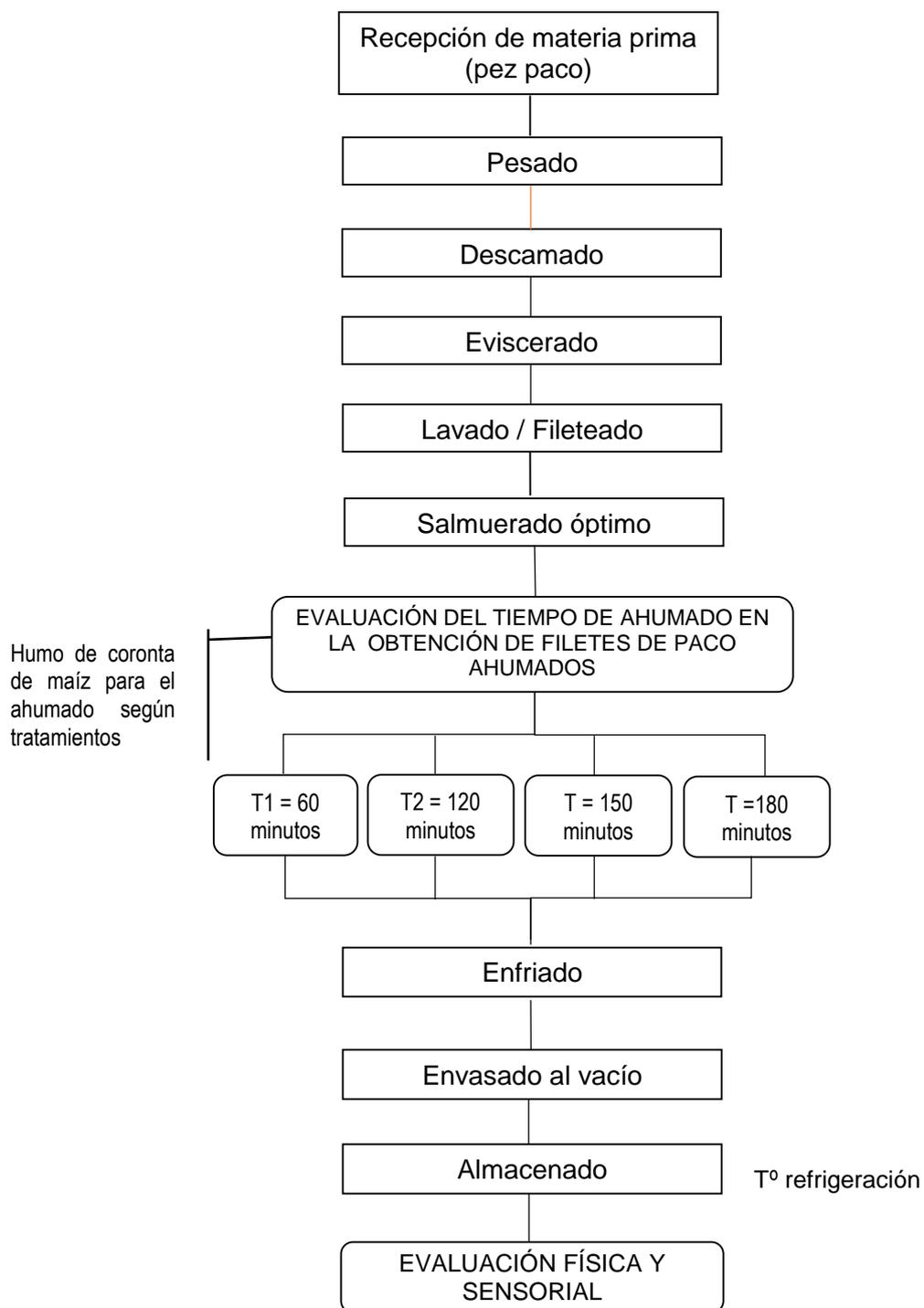


Figura 11. Flujograma para la evaluación del tiempo de ahumado en la obtención de filetes de paco ahumados

Evaluación física y sensorial de los productos

Se evaluó el perfil de textura (dureza, adhesividad, cohesividad y gomosidad) de los filetes de paco, según tratamiento, mediante un texturometro TexturePro CT V1.6 Build Brookfield Engineering Labs. Inc.

Para la evaluación sensorial de los tratamientos, similarmente a la evaluación de las concentraciones de la salmuera, se utilizó el método de análisis comparativo con escalas hedónicas: de 1 a 7 puntos (cuadro 7) para los atributos sabor, color, olor y textura (Anzaldúa 1994 y Sancho et al. 2002).



Figura 12. Evaluación del perfil de textura de los filetes de paco ahumados

3.8.4. Evaluación fisicoquímica del producto óptimo

Se efectuó a los filetes de paco ahumados con el mejor tiempo de ahumado con la finalidad de obtener la información nutricional de los productos en parámetros como: Grasa, Proteína, Humedad y Cenizas, de acuerdo a los protocolos de la AOAC (Horwitz 1997)

IV. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LA CARNE DEL PEZ PACO

En el cuadro 9, se muestra la caracterización fisicoquímica de la carne de paco obtenida en el estudio, mientras que en el cuadro 10, la caracterización morfométrica del filete de paco.

Cuadro 9. Composición de la carne “filete” de paco (*Piaractus brachypomus*) en base a 100 gramos de muestra.

Componente	Contenido
Humedad	77,28 ± 1,393 g
Proteínas	16,15 ± 0,610 g
Grasa	5,36 ± 0,606 g
Cenizas	1,21 ± 0,205 g
Carbohidratos	0,00 ± 0,00 g

Fuente: Informe de ensayo N°N1818-2018 BIOVITAL (anexo 6a)

El cuadro 9, muestra un contenido de proteínas de 16,15 %, que en términos nutritivos es significativo, asimismo el porcentaje de grasa y cenizas se determinó en 5,36% y 1,21 %, respectivamente. El componente mayoritario es el agua con 77,23 % y no encontrándose carbohidratos en la composición.

En cuanto a la caracterización morfométrica del paco, los resultados generales se muestran en el anexo 2. En el cuadro 10, se muestran los resultados de los pesos y longitudes de una muestra de 15 peces (*Piaractus brachypomus*) utilizados para la investigación. Se puede apreciar que en promedio los pesos de los pacos frescos fue de 515,08 ± 19,545 g, con longitudes de 26,155 ± 1,150 cm, peces pacos con estas dimensiones son las que normalmente se destinan para la comercialización. Asimismo, el filete de paco representa el 47,35% del peso total y es la única parte que se utilizó para el procesamiento de los filetes ahumados.

Cuadro 10. Caracterización morfométrica del pez paco (*Piaractus brachypomus*.)

Medidas	Desviación		
	Promedio	estándar (σ)	Porcentaje
Peso del filete (g)	243,91	18,285	47,35 %
Escamas (g)	16,195	0,359	3,14 %
Espinazo (g)	98,237	1,654	19,07 %
Branquias (g)	23,085	0,497	4,48 %
Vísceras (g)	54,043	1,794	10,49 %
Aletas (g)	26,681	0,067	5,18 %
Cabeza (g)	52,937	1,317	10,23 %
Peso fresco (g)	515,08	19,545	100,00 %
Longitud total (cm)	26,155	1,150	
Longitud de cabeza (cm)	7,578	0,101	
Altura de cabeza (cm)	7,087	0,145	
Espesor del tronco (cm)	4,071	0,028	

4.2. EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SAL EN LA ETAPA DEL SALMUERADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO

Los resultados de los cuatro atributos sensoriales evaluados: sabor, color, textura y olor, para la determinación de la concentración de sal en la etapa del salmuerado del proceso de obtención de filetes de paco ahumado, se muestran en los anexos 3a, 3b, 3c y 3d.

Con respecto al análisis estadístico, la prueba no paramétrica de Friedman ($p < 0,05$), señala que para las cuatro concentraciones: 15, 20, 25 y 30% de cloruro de sodio en los atributos sabor, textura y olor, existen diferencias significativas entre ellos; en tanto que no se encontraron diferencias estadísticas en cuanto al color de los filetes de paco ahumados obtenidos.

En el cuadro 11, se muestra la prueba de clasificación de los tratamientos para los cuatro atributos sensoriales.

Cuadro 11. Clasificación de las concentraciones de sal en la etapa del salmuerado para la obtención de filetes ahumados de paco (*Piaractus brachypomus*).

Tratamientos	Atributos sensoriales			
	Sabor	Color	Textura	Olor
T ₁ : Salmuera con 15 % de NaCl	5,39 ^b	5,61 ^a	5,78 ^a	5,33 ^a
T ₂ : Salmuera con 20 % de NaCl	6,17 ^a	5,56 ^a	5,56 ^{ab}	4,94 ^b
T ₃ : Salmuera con 25 % de NaCl	5,94 ^a	5,50 ^a	5,39 ^b	4,78 ^b
T ₄ : Salmuera con 30 % de NaCl	5,28 ^b	5,39 ^a	4,72 ^c	4,72 ^b

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

En cuanto al “sabor”, son los tratamientos T₂ y T₃ con 20 y 25 % de sal en el pretratamiento de salmuerado, los que predominan con las mayores calificaciones otorgadas a los filetes de paco ahumados, estadísticamente no hay diferencia entre estos tratamientos. Con respecto al atributo “color”, se corrobora los resultados generales de la prueba de Friedman, no se evidencia diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. Para el atributo textura se percibe que la calificación promedio fue disminuyendo conforme se incrementó la concentración de sal en la etapa del salmuerado; sin embargo no se percibe diferencias significativas entre los tratamientos T₂ y T₃. En cuanto al atributo “olor” no se registraron diferencias significativas entre las concentraciones de 20, 25 y 30% de NaCl; por lo que es la concentración con 15 % de NaCl, la que genera las diferencias significativas generales que se registran con la prueba Friedman.

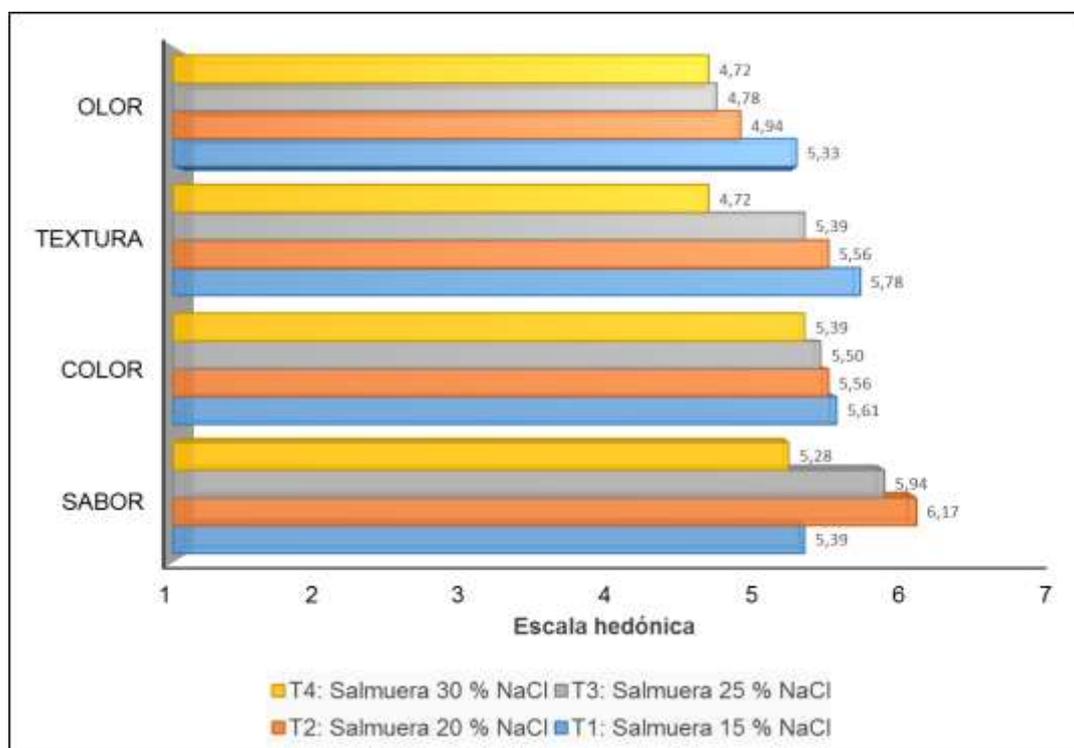
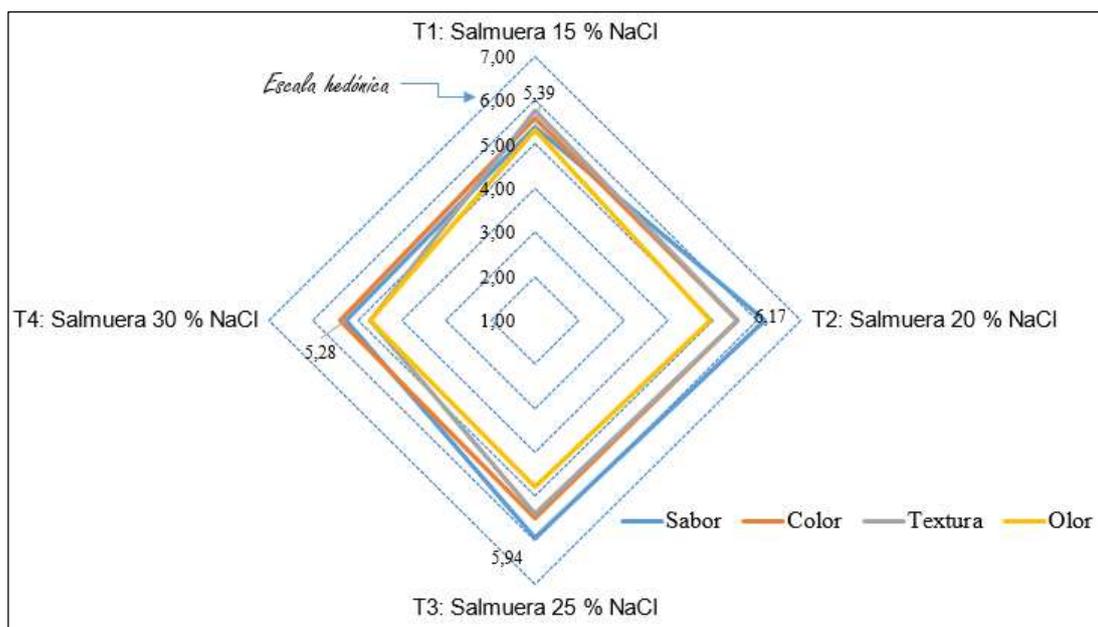


Figura 13. Evaluación sensorial de los filetes de paco ahumado con diferentes concentraciones de sal en la etapa del salmuerado.

En la figura 13, se muestran dos gráficas de los perfiles sensoriales, en la gráfica superior se evidencia la tendencia hacia los ejes radiales extremos (mayores puntuaciones según la escala hedónica utilizada) de los tratamientos T_2 y T_3 . Similarmente, en la gráfica inferior, las barras horizontales que representan los atributos sensoriales, muestran mayores longitudes para estos mismos tratamientos.

En forma general, en la gráfica inferior como en el cuadro 11, se registran que para los filetes de paco ahumados el rango de calificación promedio de los panelistas varía para de [5,28 a 6,17], [5,39 a 5,61], [4,72 a 5,78] y [4,72 a 5,33], para los atributos del sabor, color, textura y olor, respectivamente. También que los mejores resultados para obtener filetes de paco ahumados, corresponden a los pretratamientos de salmuerado con concentraciones de NaCl en el rango de [20 a 25 %].

4.3. EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO

De acuerdo a los resultados de la evaluación del salmuerado, se encontró que sensorialmente las concentraciones de 20 y 25 % de NaCl en la salmuera, son los más óptimos para la obtención de filetes de paco ahumados, por lo que se eligió a la concentración más baja $T_2 = 20\%$ de NaCl, para continuar en la investigación y determinar el tiempo de ahumado óptimo.

4.3.1. Evaluación física de los filetes de paco ahumado

Como se señala en la metodología, se evaluaron cuatro tiempos de ahumado en los filetes de paco: 60, 120, 150 y 180 minutos, según los tratamientos. Los resultados del perfil de textura (dureza, adhesividad, cohesividad y gomosidad) de los filetes de paco, según tratamiento, se muestran en los anexos 4a y 4b. En estos anexos se evidencia que de acuerdo al análisis de varianza, se encontró diferencias significativas entre los tiempos de ahumados para las propiedades TPA de los

filetes de paco.

En el cuadro 12, se presenta la clasificación estadística de las propiedades evaluadas en los filetes de paco, según los tiempos de ahumado. La prueba de Tukey utilizada en la evaluación estadística, muestra que para las propiedades texturales de dureza y gomosidad no se evidenciaron diferencias entre los tiempos de ahumado de 120 a 150 min; mientras que para adhesividad y cohesividad la diferencia se encontró para los cuatro tiempos de ahumado.

Cuadro 12. Evaluación física TPA de los filetes de ahumado de paco (*Piaractus brachypomus*) según tiempo de ahumado

Tiempo ahumado	TPA			
	Dureza (N)	Adhesividad	Cohesividad	Gomosidad
T1: 60 min	36,71 ± 0,556 ^a	-0,316 ± 0,007 ^a	0,328 ± 0,004 ^a	1,410 ± 0,013 ^a
T2: 120 min	42,32 ± 0,926 ^b	-0,272 ± 0,004 ^a	0,374 ± 0,003 ^b	1,445 ± 0,008 ^{ab}
T3: 150 min	44,48 ± 1,073 ^b	-0,149 ± 0,003 ^b	0,446 ± 0,007 ^c	1,459 ± 0,007 ^b
T4: 180 min	47,33 ± 0,898 ^c	-0,145 ± 0,007 ^c	0,479 ± 0,003 ^d	1,474 ± 0,008 ^c

Medias con diferente letra son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

La representación gráfica de las cuatro propiedades texturales de los filetes de paco por efecto del tiempo de ahumado se muestran en la figuras 14, 15, 16 y 17.

En la figura 14, se grafica el efecto del tiempo de ahumado en la dureza de los filetes de paco, se percibe que conforme el tiempo de ahumado fue incrementándose desde 60 hasta 180 minutos, según los tratamientos, la dureza (N) se incrementó desde 36,71 hasta 47,33 N.

En la figura 15, esta graficada la relación entre el tiempo de ahumado y la adhesividad de los filetes de paco, se observa que la adhesividad sufre un incremento desde -0,316 hasta -0,145 por efecto del incremento del tiempo de ahumado.

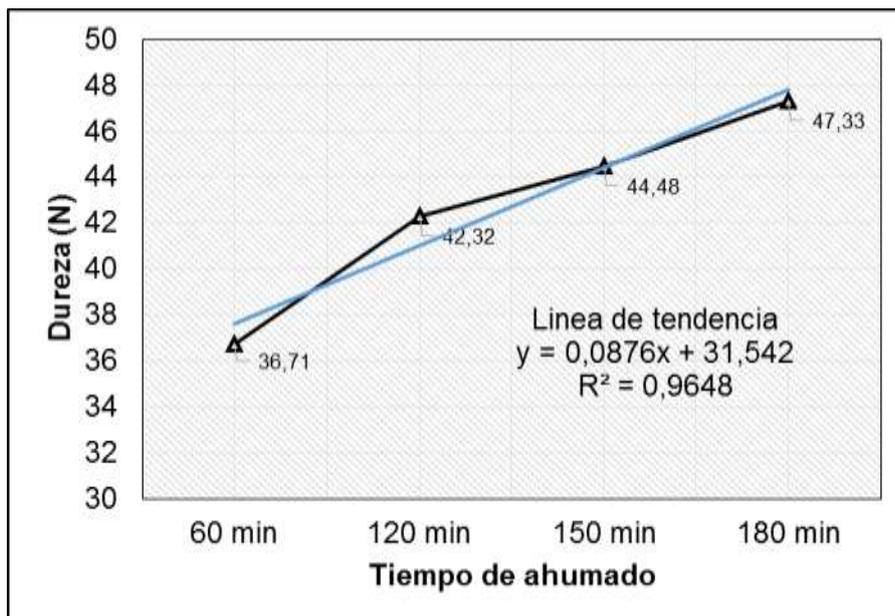


Figura 14. Evaluación física de la dureza de los filetes de paco con diferentes tiempos de ahumado.

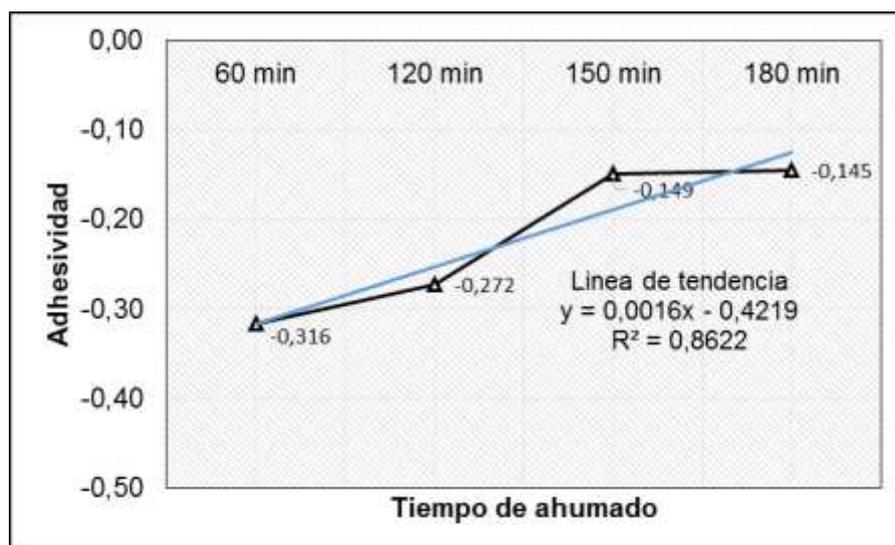


Figura 15. Evaluación física de la adhesividad de los filetes de paco con diferentes tiempos de ahumado.

Con respecto a la cohesividad, en la figura 7, se representa como el efecto de los tiempos de ahumado influyen en la cohesividad de los filetes de paco, siendo

proporcional el incremento de esta propiedad (desde 0,328 hasta 0,479) conforme se incrementó el tiempo de ahumado desde 60 hasta 180 minutos.

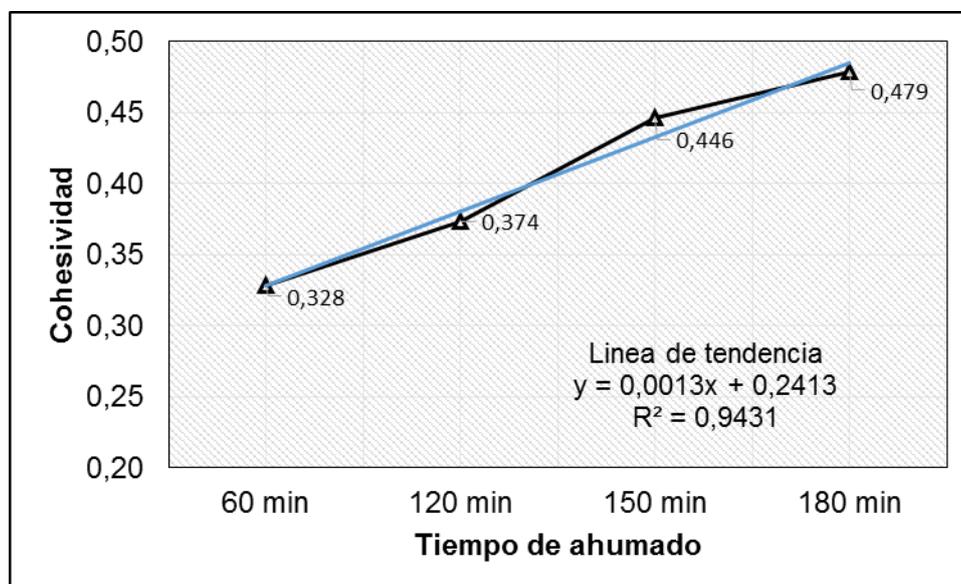


Figura 16. Evaluación física de la cohesividad de los filetes de paco con diferentes tiempos de ahumado.

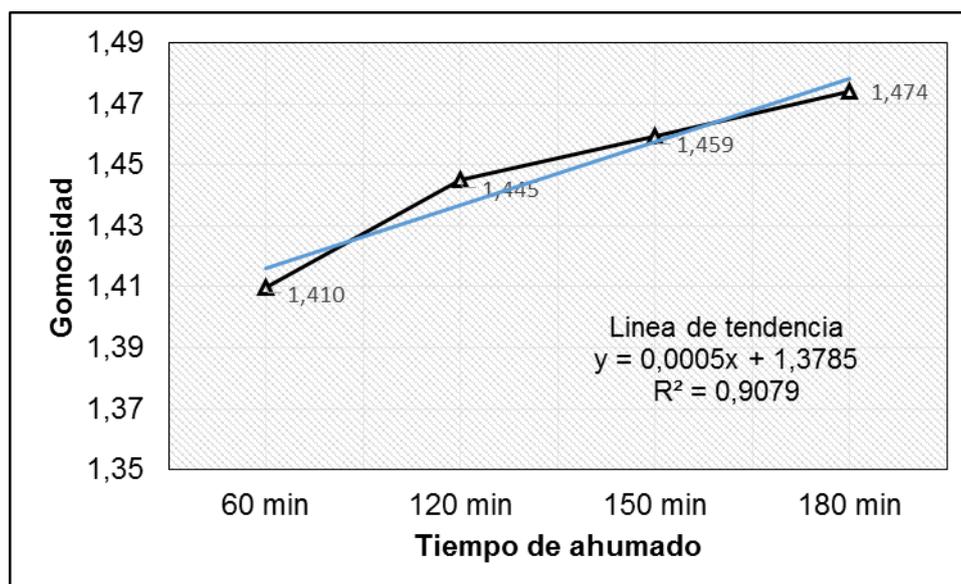


Figura 17. Evaluación física de la gomosidad de los filetes de paco con diferentes tiempos de ahumado.

Similarmente, en la figura 17, se percibe un efecto proporcional del incremento del tiempo de ahumado sobre la gomosidad de los filetes de paco, variando esta propiedad desde 1,410 hasta 1,474.

4.3.2. Evaluación sensorial de los filetes de paco ahumado

Los resultados de la evaluación del tiempo de ahumado en las propiedades sensoriales de los filetes de paco se muestran en los anexos 5a, 5b, 5c y 5d. El análisis estadístico de los resultados de acuerdo a la prueba no paramétrica de Friedman ($p < 0,05$), señaló diferencias significativas entre los cuatro tiempos de ahumado para los atributos evaluados: sabor, color, textura y olor.

En el cuadro 13, se muestra la prueba de clasificación de los tratamientos para los cuatro atributos sensoriales evaluados en los filetes de paco.

Cuadro 13. Clasificación de los atributos sensoriales de los filetes de paco con diferentes tiempos de ahumado

Tiempo de ahumado	Atributos sensoriales			
	Sabor	Color	Textura	Olor
T ₁ : 60 minutos	5,17 ^b	5,89 ^a	5,89 ^a	6,00 ^a
T ₂ : 120 minutos	5,89 ^a	5,56 ^a	5,72 ^a	6,06 ^a
T ₃ : 150 minutos	5,56 ^a	4,89 ^b	4,94 ^b	5,56 ^b
T ₄ : 180 minutos	4,11 ^c	4,28 ^c	4,61 ^b	4,28 ^c

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

En cuanto al “sabor”, no se encontraron diferencias estadísticas para los tratamientos T₂ y T₃ (120 y 150 minutos de ahumado); asimismo con estos tratamientos los panelistas otorgaron las mayores calificaciones de sabor a los filetes de paco (5,89 y 5,56) que en la escala de evaluación utilizada, equivale entre “buen y muy buen sabor”.

Para los atributos sensoriales del color, textura y olor, predominaron con mayor calificación los tratamientos de 60 y 120 minutos, no encontrándose diferencias

significativas entre estos dos tratamientos. Asimismo, las calificaciones indicadas para estos dos tratamientos fueron en el intervalo de 5 a 6, que son equivalentes entre “bueno y muy bueno”.

Para finalizar la interpretación del cuadro 13, se observó que el tratamiento T₄: 180 minutos de ahumado, otorgó las más bajas calificaciones a todos los atributos sensoriales evaluados en los filetes de paco, con calificaciones de “regular” con la valoración de la escala utilizada.

En la figura 18, se grafica los resultados de la evaluación sensorial, en donde se evidencia que los tratamientos T₂ y T₃ con 120 y 150 minutos de ahumado respectivamente, tienden a las mayores puntuaciones otorgadas por los panelistas según la escala hedónica utilizada.

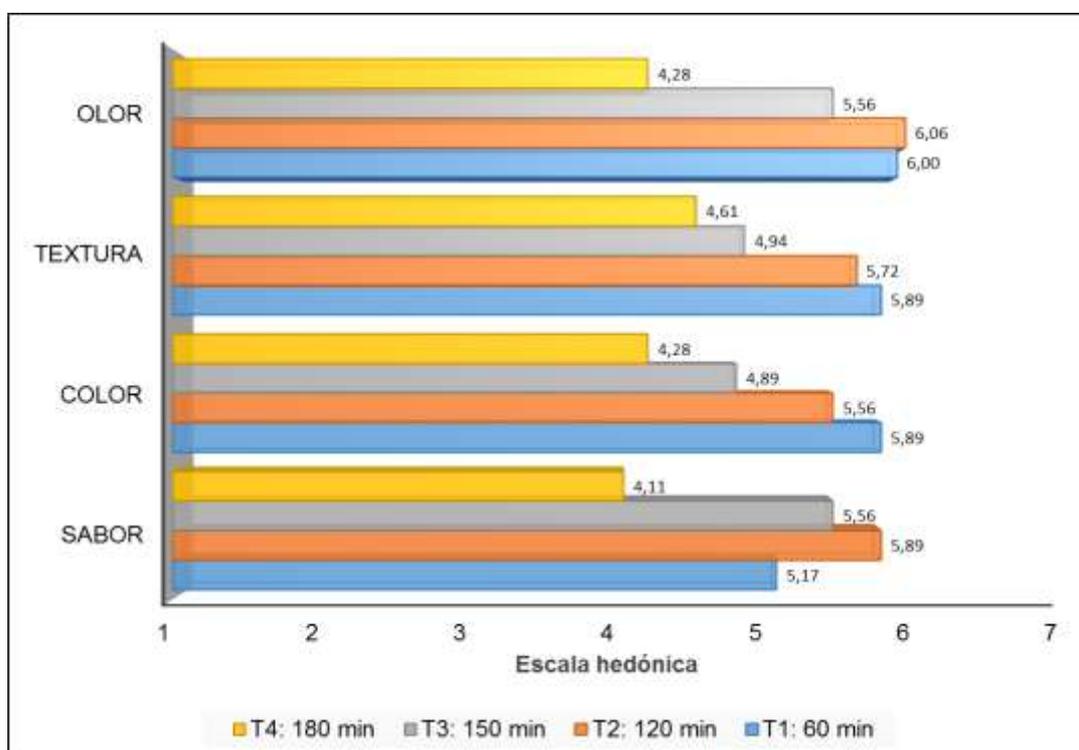


Figura 18. Evaluación sensorial de los filetes de paco con diferentes tiempos de ahumado.

4.4. EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DEL PRODUCTO ÓPTIMO

De acuerdo a la evaluación sensorial y física efectuada a los filetes de paco ahumados se determinó que el producto óptimo fue el tratamiento con un tiempo de ahumado de 120 minutos, aun cuando en el intervalo hasta los 150 minutos de ahumado, en la mayoría de las propiedades evaluadas, se evidenció diferencias estadísticas entre estos dos tratamientos .

En el cuadro 14, se presenta la caracterización fisicoquímica de los filetes de paco ahumados obtenidas con un tratamiento de 20 % de salmuerado / h, y un tiempo de ahumado de 120 minutos.

Cuadro 14. Composición del filete de paco ahumado óptimo de la investigación, con 20 % de salmuerado / h, y un tiempo de ahumado de 120 minutos.

Ensayo	Resultado	Unidades
Humedad	69,78	g/100 g
Proteínas	19,27	g/100 g
Grasa cruda	9,34	g/100 g
Cenizas	1,61	g/100 g
Fibra cruda	0,00	g/100 g
Carbohidratos	0,00	g/100 g
Energía total	161,14	Kcal/100 g
Energía proveniente de carbohidratos	0,00	%
Energía proveniente de grasas	52,17	%
Energía proveniente de proteínas	47,83	%

Fuente: Informe de ensayo N°N1825 - 2018 BIOVITAL (anexo 6b)

De acuerdo al cuadro 14, el contenido de humedad en los filetes ahumados con 20 % de pretratamiento de salmuerado y 120 minutos de ahumado, se redujo desde 77, 28 hasta 69,78 %, explicado desde el principio de que el ahumado deshidrató al producto, asimismo se observa un contenido porcentual importante de proteínas 19,27 %, valor que está relacionado a que la reducción de la humedad en el filete

provoca favorablemente el incremento del contenido de proteínas. Otro componente que destacamos es el contenido de grasa que se incrementó desde 5,36 % (filete fresco) hasta alrededor del 9,34 % después del ahumado. Finalmente, estos componentes destacados aportan cada 100 g de filete ahumado, una energía total equivalente a 161,14 Kcal, de los cuales el 47,83 % corresponde a las proteínas y 52,17 % al contenido de grasa.

V. DISCUSIÓN

5.1. DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CARNE DEL PEZ PACO

En el cuadro 9, se observó que la carne de filete de paco contiene 16,15 % de proteínas, porcentaje un poco inferior a lo determinado por García-Pinchi y Silva (2010) quienes reportaron 20,06 % para la carne de paco; asimismo, se acerca a los contenidos porcentuales de otras fuentes de proteína animal como a los de carne magra de vacuno, cerdo y pollo FAO (2015). En cuanto al contenido de grasa del filete de paco en la investigación se registró 5,36 % cercano a 5,40 % reportado Stewardship (2003), pero muy superior a lo reportado por Gonzales *et al.* (2006) quien determinaron para la especie *Piaractus brachypomus* contenidos en el rango de 0,8 a 2,04 %. En la grasa del pescado predominan los ácidos grasos poliinsaturados y especialmente destacables son los de la serie omega 3 que ha adquirido importancia por sus propiedades reductoras de los niveles sanguíneos de triglicéridos. La composición química de los peces depende de muchos factores, puede variar dependiendo de la especie, diferencias anatómicas del pescado, edad, sexo, ubicación y tipo de pesca, y estación del año. El conocimiento de la composición proximal de una especie, resulta un factor de gran importancia cuando se quiere realizar la caracterización de la misma (Huss 1998).

Por otro lado, en la caracterización morfométrica del paco del cuadro 10, se determinó que el rendimiento en filete fue de 47,35 % con respecto al peso fresco, al respecto Oliva (2018) encontró un rendimiento un tanto superior cercano al 58,0% para el paco, asimismo Silva (2008) para esta misma especie encontró un rendimiento superior al 50%. Al respecto Rutten *et al.*, (2004) señala que el rendimiento en filete de peces depende de varios factores como el peso corporal, condición sexual, condición corporal, características morfométricas, técnicas de procesamiento, métodos de fileteado, forma de presentación (con o sin piel) y eficiencia del fileteador. Este último factor, se ha observado que tiene una alta incidencia en el rendimiento final.

5.2. DE LA EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SAL EN LA ETAPA DEL SALMUERADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO

Observando el cuadro 9, se pudo apreciar que no existió diferencia significativa en el parámetro de color es decir las concentraciones de sal no influyo en la obtención de filetes de paco ahumado, esto podría deberse a que en los tratamientos no hubo interacción entre la sal y el humo y fue este último el que hace predominar el color final del filete. Las valoraciones asignadas por los panelistas fueron entre 4,5 y 6.0 puntos sobre 7 de la escala, debido a que en todos los casos se observaron una coloración propia de los productos ahumados, debido al proceso de ahumado. Lima (2009), el humo contiene una amplia variedad de productos orgánicos entre los que se incluyen compuestos fenólicos antibacterianos, hidrocarburos y formaldehído; también contiene antioxidantes y óxidos de nitrógeno que imparten un ligero color a curado (rojizo).

Carduza (2010) indica que el olor, es un atributo esencial de un producto cárnico y resulta de un delicado balance entre los compuestos volátiles asociados tanto con el aroma deseado en el producto, no se encontró diferencias significativas entre tratamientos, con concentraciones entre 20 y 30 % quizás porque el ahumado enmascaró el olor de la sal; sin embargo las medias de la valoración del sabor que presentó el paco ahumado, al emplear las cuatro concentraciones de sal en el salmuerado, presentaron diferencias estadísticas significativas. Wirth (2001), indica que los sabores agradables de los productos cárnicos, se derivan de la grasa, la misma que no se alteró por efecto de los tratamientos evaluados, por lo que al parecer el proceso de ahumado que sufre el paco beneficia al color y al sabor, considerándose por tanto que el empleo del ahumado se debe fundamentalmente a que contribuye a mejorar el aroma, sabor y color del producto (Lima 2009).

La textura del paco ahumado, se vio influenciada estadísticamente, por efecto las cuatro concentraciones de sal. Lawrie (2000), quien al hablar sobre la textura de la carne indica que el consumidor considera que la textura y la dureza son las propiedades más importantes de la calidad organoléptica, anteponiéndolas incluso al sabor y al color, a pesar de lo difícil que resulta definir cada término. La sensación

de dureza se debe en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran en la carne, en segundo lugar a la facilidad con que la carne se divide en fragmentos y en tercer lugar a la cantidad de residuo que queda después de la masticación. Se pudo observar que las muestras a mayor contenido de sal presentan una mayor dureza, y un sabor ligeramente más salado. Este comportamiento no deseado en las características de textura se puede explicar por la mayor fuerza impulsora que hace que una gran absorción de sal en menos tiempo y una modificación irreversible en la textura. Los resultados de los análisis de textura, muestran que a una mayor concentración de sal en el filete durante el salmuero aumentan las variaciones en las características texturales por cuanto se produce una mayor expulsión de agua en el filete. Resultados estos que coinciden con los encontrados por otros autores (Muñoz 2006, Capaccioni *et al*; Sen & Temelli 2003 y Sallan 2006).

5.3. DE LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DE FILETES DE PACO AHUMADO

Se pudo observar que las muestras a mayor tiempo de ahumado presentaron una mayor dureza, variando desde 36,71 hasta 47,33 N en tiempos desde 60 hasta 180 minutos de ahumado. Este comportamiento se explica por la pérdida de humedad debido al ahumado en caliente que estuvieron sometidos los filetes. Resultados estos que coinciden con los encontrados por otros autores (Silva 2008, Hurtado 2013, Gordon 2015). En cuanto a la adhesividad, es importante resaltar que los valores obtenidos fueron negativos, lo cual indica que la textura de los filetes ahumados fue pegajosa o adhesiva, es decir, cuando el producto es consumido éste se adhiere al paladar, lo que conlleva a realizar un trabajo necesario para retirarlo. La dureza está relacionada a la pérdida de humedad, de la misma forma, Gines (2004), presenta datos similares para la textura medida en filetes de trucha alpina, en donde la dureza presenta mayores valores en los filetes crudos, que en los cocidos, lo cual muestra una correlación directa entre la dureza y la capacidad de retención de humedad.

El contenido de humedad en las muestras es un factor fundamental para la difusión de los componentes del humo, pues actúa como medio de transporte para dicho

proceso (Möhler, 1980). Es decir que las muestras al ser tratadas a una menor temperatura o en menos tiempo a una temperatura dada, son deshidratadas en menor medida y por lo tanto, se genera una mayor absorción de los componentes del humo. Lima (2009), el humo contiene una amplia variedad de productos orgánicos entre los que se incluyen compuestos fenólicos antibacterianos, hidrocarburos y formaldehído; también contiene antioxidantes y óxidos de nitrógeno que imparten un ligero color a curado (rojizo). El ahumado tiene un rol muy importante en el sabor y el olor de los productos (Muller 1992).

En general, los panelistas encontraron que el filete de paco quedó blando y tierno, con un endurecimiento suave en la superficie del producto, al respecto, probablemente, las modificaciones básicas que ocurrieron fueron la pérdida de agua, fusión de la materia grasa, desnaturalización de las proteínas del tejido conjuntivo (gelificación de la capa subcutánea), aunque todas ellas se deben principalmente al calor (Fernández 1995).

En cuanto al “sabor”, el tiempo de ahumado entre 120 a 150 minutos otorgó mejor sabor a los filetes de paco, mientras que para los atributos de color, textura y olor fueron mejor los tratamientos entre 60 y 120 minutos de ahumado. En cuanto a las variaciones del color de los filetes de paco durante el ahumado se debe a las reacciones amino – carbonil que suceden entre los compuestos carbonílicos y los grupos amino de las proteínas (pardeamiento no enzimático de Maillard) en presencia de azúcares reductores (Fernández, 1995). Lo mismo se percibió en las variaciones del olor de los filetes de paco ahumados con diferentes tiempos, en gran parte por la fracción fenólica; otros constituyentes participarían también en el olor. El humo es una mezcla de gases, vapores y gotitas de compuestos de la madera. Estas gotas forman la parte visible del humo aunque la parte invisible es la que contribuye más notablemente con las características del olor (ITP, 1992). El sabor de los productos ahumados se deben mayormente a los componentes aromáticos producidos por la combustión incompleta en este caso de las corontas de maíz utilizadas como combustible en donde participan principalmente derivados fenólicos (guayacol, siringol y eugenol), pero en la formación del gusto definitivo hay que tener en cuenta otros aspectos, como el porcentaje de sal del producto y

la especie con la que se está trabajando (Fernández 1995).

Los productos obtenidos mediante el ahumado se ubican dentro de lo que se denominan preservas, debido a que no llevan tratamiento térmico, o el mismo es suave, siendo el factor principal de conservación su actividad de agua reducida y su concentración de sal, lo cual dificulta el desarrollo microbiano y garantiza su estabilidad comercial (Fuentes *et al.* 2010, Goulas y Kontominas 2005).

5.4. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE FILETES DE PACO CON AHUMADO ÓPTIMO

Dentro de los componentes fisicoquímicos del filete de paco con los tratamientos óptimos de salmuerado al 20% por 45 minutos y un tiempo de ahumado de 120 minutos a temperaturas de $65 \pm 5^{\circ}\text{C}$, encontramos en primer lugar al contenido de grasa que fue de 9,34 %. Menchola (1984), sostiene que, a las grasas les corresponde una importancia destacada como fuente de energía y como portadores de ácidos y grasas esenciales en la alimentación. Asimismo, ITP-PERÚ (1988), señala que el componente más importante en el pescado ahumado, es su proteína de gran valor biológico, el alto grado de aprovechamiento obedece a la relación existente entre los aminoácidos presentes en ella, sobre todo en lo referente a aminoácidos esenciales, al respecto los valores determinados en la presente tesis (19,27 % de proteína) se encuentran dentro de las exigencias requeridas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2007), en su Norma NTEINEN 1 338:96, donde se indica que los productos ahumados debe contener como mínimo un 12 %, en comparación nuestros resultados supera aproximadamente en 7 %, lo que denota que este tipo de producto ahumados es altamente nutritivo. Los valores determinados en cuanto a la humedad (69,78 %) están ligeramente sobre los requisitos exigidos por el INEN (2007), donde se indica que los productos ahumados, deben poseer como máximo el 65 % de humedad. Sin embargo, en cuanto al valor de cenizas encontradas en la presente investigación (1,61 %) está dentro de los valores de las normas INEN (2007), donde se señala que los productos cárnicos ahumados deben contener un máximo del 5 % de cenizas.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

- La concentración más adecuada para el pretratamiento del salmuerado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado es de 20 % de cloruro de sodio por un tiempo de 45 minutos.
- Con el pretratamiento más adecuado del salmuerado, el tratamiento más adecuado de ahumado de los filetes de paco fue de 120 minutos a una temperatura de $65 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- La caracterización fisicoquímica de los filetes de paco pretratamiento de salmuerado con 25 % de cloruro de sodio por 45 minutos y con un tiempo de ahumado de 120 minutos a una temperatura de $65 \pm 5^{\circ}\text{C}$, fueron: Humedad 69,78 %, proteínas 19,27 %, grasa 9,34 % y cenizas 1,61 %, las mismas que se encuentran dentro de los rangos exigidos por las normas técnicas.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y discusiones de la investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

- En la investigación la concentración más adecuada para el pretratamiento del salmuerado en el proceso de obtención de filetes de paco ahumado fue de 20 % de cloruro de sodio por un tiempo de 45 minutos, se podría evaluar concentraciones mucho más bajas pero incrementándose considerablemente el tiempo de remojo en la salmuera.
- En nuestra investigación se encontró que las variaciones de la mayoría de las características sensoriales y físicas de los filetes de paco en el rango de 120 hasta 150 minutos de ahumado a la temperatura de 65 ± 5 °C, no se diferencian significativamente, lo que hace necesario realizar otras investigaciones en cuanto a la vida en anaquel que podría tener este producto y con ello arribar a nuevas conclusiones.

VIII. LITERATURA CITADA

- Anzuldua, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Acribia. Zaragoza. 198 p.
- Álvarez, C. y Carbajal, C. (2006). Manual de Construcción de Estanques para Piscicultura. Primera Edición. Editorial Siamazonía. Tingo María - Perú.
- Barat, J. M., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A. & Fito, P. 2002. Influence of Increasing Brine Concentration in the Cod-Salting Process. *Journal of Food Science*, 67(5), 1922-1925.
- AOAC. 1993. Official methods of analysis (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. Washington DC.
- Barbosa-Cánovas, G. V., Fontana, A. J., Jr. & Schmidt, S. J. 2007. *Water Activity in Foods - Fundamentals and Applications*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Bedoya et al. 2003. Introducción a la tecnología de alimentos. Limusa. 148 p.
- Cabrera R, C.P. 2012. Niveles de jugo de naranja (*Citrus aurantium L.*), como antioxidante natural en la elaboración de tilapia ahumada. Tesis Ingeniería en industrias pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ecuador.
- Codex Alimentarius 1983. Recommended international code of practice for smoked fish. Vol B CAC/RCP 25-1979, 1-35, Roma.
- Collazos, C; Alvistur, E; Vasquez, J. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Séptima edición. Perú. 158 p.
- Collignan, A., Bohuon, P., Deumier, F. O. & Poligné, I. 2001. Osmotic treatment of fish and meat products. *Journal of Food Engineering*, 49(2-3), 153-162.
- Connell, J. 1990. Control of Fish Quality. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Londres. 3ra ed.
- Correa L, J., Casanova L.J., Correa C,J., Chavarry C, R., Flores L.L., Arzola D.H. y Miñano G., M. 2011. Procesamiento de ahumado en trucha, *Oncorhynchus mykiss* y tilapia, *Oreochromis niloticus*, bajo condiciones de laboratorio. *Revista de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. REBIOL* 2011, 31 (2), Perú.
- Czerner, M., Tomás, M. C. & Yeannes, M. I. 2010. Ripening of salted anchovy (*Engraulis anchoita*): development of lipid oxidation, colour and other sensorial characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(4), 609-615.

Díaz, G. y López, B. (1993). El Cultivo de la Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) y de la Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). En Fundamentos de Acuicultura Continental. INPA. Colombia

Espinosa Manfugás, J. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos. Disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu/greenstone/collect/repo/import/repo/20120103/9789591605399.pdf>. Visitado en julio 2017.

Essien, E. 2005. Fabricación de embutidos: principios y práctica. Editorial Acribia. Zaragoza. 106 p.

FAO 1995. Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Código de Conducta para la Pesca Responsable. FAO. Roma.

FAO. 2000. Suelo y piscicultura de agua dulce: métodos sencillos para la acuicultura. Colección FAO: capacitación N°4. Roma.

FAO 2012. Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. El estado mundial de la pesca y acuicultura 2012. FAO. Roma.

FAO. 2015. Composición de la carne. Obtenido de Departamento de Agricultura y protección del consumidor.

Fernández S. (1995). "Pescado Ahumado Artesanalmente Ensayos Tecnológicos". Instituto de Investigaciones Pesqueras. Recuperado el 23 - 03 - 2017, de: <http://www.probides.org.uy/publica/dt/DT10.pdf>

Figuroa Rodríguez, N. Z., Simón, J., Téllez Luis, J. A., Ramírez de Leon, M. A. O., Álvarez, M. V., G. & Velazquez de la Cruz, A. 2010. Desarrollo de un proceso de ahumado de filete de croca. Revista de Tecnología, 3(3), 64-73.

Foladori, G. & Tommasino, H. 2000. El concepto de desarrollo sustentable treinta años después. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teoria e Metodologia em Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1, 41-56.

Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Barat, J.M. & Serra, J.A. 2010. Physicochemical characterization of some smoked and marinated fish products. Journal of Food Processing and Preservation, 34(1): 83-103.

García-Pinchi, R. y Silva R, L. 2010. Corte y empaçado al vacío, de productos mínimamente procesados, de cinco especies de peces amazónicos. Ingeniería de Alimentos, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.

Ginés, R. 2004. Effects of rering temperatue and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Borderias, Javier y Montero, P. Quality and Preference. 2004. Vol. 15. No 2: 177 – 185.

Goulas, A. E. & Kontominas, M. G. 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry, 93(3), 511-520.

Gómez-Estaca, J., Gómez-Guillén, M. C., Montero, P., Sopelana, P. & Guillén, M. D. (2011). Oxidative stability, volatile components and polycyclic aromatic hydrocarbons of cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*) and dolphinfish (*Coryphaena hippurus*). LWT - Food Science and Technology, 44(6), 1517-1524.

Gómez-Guillén, M. C., Gómez-Estaca, J., Giménez, B. & Montero, P. 2009. Alternative fish species for cold-smoking process. International Journal of Food Science & Technology, 44(8), 1525-1535.

Gordon Ch, M. E. y Ruiz Ch, B. L. 2015. Obtención de enlatados a partir de *Colossoma macropomum* (gamitana) ahumada y productos ahumados empaçados al vacío en diferentes films aplicando métodos combinados de conservación. Trabajo final para optar el título profesional de ingeniería en industrias alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.

Guerra, H. 1999. Evaluación del Impacto de la Introducción de Peces Exóticos en la Guirao, M. 2005. Análisis sensorial: principios psicofísicos y factores cognitivos. La Alimentación Latinoamericana, 206, 8-14.

Cuenca del Río Huallaga. Convenio IIAP-MIPE. Iquitos, Tarapoto - Perú

Horwitz, W. 1997. Oficial methods of analysis of the Association of Offical Agricultural Chemist.

Hurtado C, P.R. 2013. Utilización de tres aromatizantes naturales en el procesamiento de cachama ahumada. Tesis ingeniería en industrias agropecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

- Huss, H. H. 1999. El Pescado Fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO Documentos técnicos de pesca –T 348. Roma, Italia.
- IIAP. (2000). Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos, una Propuesta Productiva para la Amazonía Peruana. Iquitos - Perú.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO DEL PERÚ. (1988). Composición Química General del Pescado. Tercera Edición. Lima - Perú.
- Pilco, S. 2006- Evaluación de la calidad físico-química, microbiológica y organoléptica de la trucha ahumada, utilizando diferentes tiempos de salmuera y oreo. Tesis de Grado. Facultad de ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. Pp 38-52.
- Las Hayas, C. 2010. Ahumado (en línea). Consultado el 16 de Noviembre del 2010. Disponible en: <http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/ahumados.html> .
- LAWRIE, R. 1987. Ciencia de la carne. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp. 10-25.
- LIMA, J. 2009. Cambios de coloración de los productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.
- Løje, H. N. 2007. The quality of cold smoked salmon: Influence of raw material and technological parameters. PhD Thesis. Technical University of Denmark, Dinamarca.
- Lück, E. 1981. Conservación química de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- Martinez, O., Salmerón, J., Guillén, M. D., Pin, C. & Casas, C. 2012. Physicochemical, sensorial and textural characteristics of liquid-smoked salmon (*Salmo salar*) as affected by salting treatment and sugar addition. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(5), 1086-1096.
- Medina-Vivanco M., Sobral P.J. A. & Hubinger M.D. 2006 Kinetic aspects of salting tilapia fillets using small volumes of brine. *Brazilian Journal of Food Technology (ITAL)*, 9, 9-18.
- Medina-Vivanco, M., Sobral, P. J. A., Sereno, A. M. & Hubinger, M. D. (2007). Denaturation

Menchola, N. 1984. Preservación a bordo, Conservación y Comercialización de Especies Continentales. Simposio Nacional de Pesquería Continental. Primera Edición. Lima - Perú.

Müller, C. 1992. Análisis de los Alimentos. Edit Acribia. Zaragoza, España

Möhler, K. 1980. El ahumado. Zaragoza. Ed. Acribia, España.

Montazeri, N., Oliveira, A. C. M., Himelbloom, B. H., Leigh, M. B., & Crapo, C. A. 2012. Chemical characterization of commercial liquid smoke products. *Food Science & Nutrition*, 1(1), 102-115.

Möhler, K. (1980). El ahumado. Zaragoza. Ed. Acribia, España.

Moret, S., Conte, L., & Dean, D. 1999. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon content of smoked fish by means of a fast HPLC/HPLC method. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 47(4), 1367-1371.

Oliva V, M. A. 2008. Efectos de la concentración de salmuera utilizando dos fuentes de energía, en el proceso de ahumado de paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*), en Santa María de Nieva Región Amazonas. Tesis Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional: "Toribio Ridríguez de Mendoza ee Amazonas". Chachapoyas, Perú.

Pigott, G. M. & Tucker, B. W. 1990. *Seafood: Effect of Technology on Nutrition*. Ed M. Dekker, New York.

Thorarinsdottir K. A., Arason S., Thorkelsson G., Sigurgisladottir S., Tornberg E. (2010) The Effects of Presalting Methods from Injection to Pickling on the Yields of Heavily Salted Cod (*Gadus morhua*), *Journal of Food Science*, 75, 8, E544-E551.

Chiralt A., Fito P., Barat J. M., Andrés A., González-Martínez C., Escriche I., Camacho M. M. 2001. Use of Vacuum Impregnation in Food Salting Process, *Journal of Food Engineering*, 49, 141-151.

Rizo A., Fuentes A., Fernández-Segovia I., Masot R., Alcañiz M. y Barat J.M.. 2012. Desarrollo de un nuevo proceso para la obtención de salmón ahumado. Departamento de Tecnología de Alimentos, Grupo CUINA, Universidad Politécnica

de Valencia, España. Disponible en <https://previa.uclm.es/area/cta/cesia2012/cd/PDFs/1-TEC/TEC-P33T.pdf>

Rutten, M. J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2005. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 246: 125-132.

Rubio Armendáriz, C., Álvarez, R. & Hardisson de la Torre, A. 2006. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) en productos de la pesca: revisión. *Revista de Toxicología*, 23(1), 1-6.

Sancho, et al. 2002. *Análisis sensorial de los alimentos*. Editorial Alfaomega. México. 336 p.

Silva T, M. 2008. Estudio técnico para la elaboración de conserva de pescado ahumado de la especie "paco" *Piaractus brachypomus* en salsa de tomate" Tesis Universidad Nacional de San Martín Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tarapoto, Perú

STEWARDSHIP, M. 2003. Manejo Peces Amazónicos en Ambientes Amazonia Belén es un proyecto concebido por la Municipalidad Distrital de Belén, en Loreto- Perú.

Wirth, F. 1981. *Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp. 4-10.

Yeannes, M. I. 1995. Histamina en productos pesqueros. Histamina en productos pesqueros. En: *Toxicología de los Alimentos*. Cap VII. Ed. Hemisferio Sur S.A. Argentina. Pp: 30- 45.

Zugarramurdi, A., Parin, M. A., Gadaleta, L., Carrizo, G. & Lupin, H. M. 2004. The effect of improving raw material quality on product quality and operating costs: a comparative study for lean and fatty fish. *Food Control*, 15(7), 503-509.

ANEXO

Anexo 2

Anexo 2. Características morfométricas del paco (*Piaractus brachipomus*).

Muestra	Peso fresco (PF)	Peso del filete (Pfi)	Longitud total (LT)	Longitud de cabeza (LC)	Altura de cabeza (AC)	Espesor del tronco (EH)	Escamas (E)	Espinazo (EP)	Braquias (B)	Víceras (V)	Aletas (A)	Cabeza (C)
1	505,19	232,97	26,41	7,58	7,02	4,08	15,98	98,54	22,48	56,03	26,77	52,42
2	539,08	264,81	27,53	7,70	7,18	4,06	16,69	98,20	23,24	55,03	26,79	54,32
3	553,18	276,94	24,52	7,68	7,38	4,10	16,78	99,63	23,47	54,25	26,69	55,42
4	517,41	249,52	26,55	7,61	7,07	4,04	16,15	98,26	22,29	51,91	26,56	52,72
5	542,30	269,71	27,33	7,66	7,28	4,11	16,68	95,02	23,28	55,67	26,59	55,35
6	495,72	224,24	23,40	7,49	6,95	4,04	15,85	99,25	23,60	55,38	26,60	50,80
7	514,53	244,98	26,51	7,62	7,08	4,05	16,10	100,60	22,37	50,99	26,70	52,79
8	523,08	255,25	25,81	7,63	7,06	4,11	16,12	96,09	23,01	52,94	26,64	53,03
9	493,08	223,32	26,25	7,40	6,94	4,05	15,74	98,21	22,74	55,08	26,69	51,30
10	524,75	254,70	24,84	7,63	7,14	4,06	16,26	97,23	22,40	54,55	26,67	52,94
11	489,55	218,81	25,77	7,40	6,83	4,11	15,74	99,21	23,60	53,75	26,68	51,76
12	495,00	228,88	26,44	7,46	6,96	4,04	15,84	96,72	23,48	51,37	26,65	52,06
13	500,30	228,51	26,43	7,50	7,02	4,04	15,97	101,27	23,48	51,93	26,69	52,45
14	526,08	252,57	27,32	7,66	7,23	4,10	16,55	98,21	23,22	55,25	26,74	53,54
15	507,00	233,37	27,21	7,65	7,17	4,07	16,47	97,11	23,62	56,51	26,76	53,16
Promedio	515,08	243,91	26,155	7,578	7,0873	4,0707	16,195	98,237	23,085	54,043	26,681	52,937
SD	19,545	18,285	1,15	0,1012	0,145	0,0284	0,3587	1,6548	0,4972	1,794	0,0667	1,3174
Porcentaje		47,35%					3,14%	19,07%	4,48%	10,49%	5,18%	10,28%

Anexo 3

Anexo 3a. Evaluación sensorial del SABOR de los filetes de paco (*Piaractus brachyomus*) ahumados, con cuatro concentraciones de sal en la etapa de salmuerado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	5	6	6	5	5	4	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	5,4
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	6	5	6	7	6	6	5	7	6,2
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	5	6	6	6	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5	7	6	6	6	5,9
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	6	4	5	4	6	6	4	5	6	5	6	5	6	5	6	6	5	5	5,3

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	1,5	3,0	2,5	2,0	1,0	1,0	2,5	3,0	1,0	2,0	2,0	3,5	1,0	2,0	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	3,5	3,0	4,0	3,5	3,0	4,0	2,5	3,0	3,0	4,0	2,0	1,5	3,0	4,0	2,0	2,5	2,0	4,0	3,0
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	1,5	3,0	2,5	3,5	3,0	2,0	4,0	3,0	3,0	2,0	4,0	3,5	3,0	2,0	4,0	2,5	4,0	3,0	3,0
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	3,5	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	1,0	3,0	2,0	2,0	1,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,001	Rechaza la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	15,959
gl	3
Sig. asintótica	,001

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Sabor

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Con Rangos	
		Subconjunto 1	Subconjunto 2
1,00	18	2,00	
4,00	18	2,00	
3,00	18		2,97
2,00	18		3,03
Sig.		1,00	0,86

Con medias reales

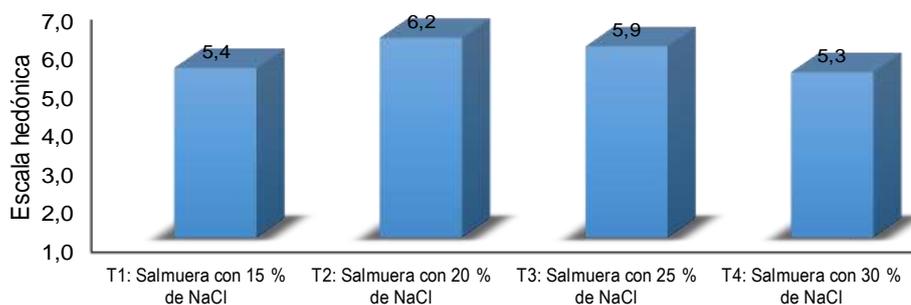
N	Subconjunto	
	1	2
18	5,39	
18	5,28	
18		5,94
18		6,17
	1,00	0,86

N	Subconjunto	
	1	2
18	b	
18	b	
18		a
18		a
	1,00	0,86

Se visualizan las medias para los grupos en los

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 3b. Evaluación sensorial del COLOR de los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) ahumados, con cuatro concentraciones de sal en la etapa de salmuerado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	6	5	6	6	5	5	5	6	6	6	5	6	5	5	6	6	6	6	5,6
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	6	5	6	5	5	5	6	6	6	5	5	5	6	6	5	6	6	6	5,6
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	6	5	6	5	5	5	6	5	6	6	6	5	5	5	6	5	6	6	5,5
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	6	6	5	6	5,4

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	2,5	2,5	2,5	4,0	2,5	2,5	1,5	3,5	3,0	3,0	1,5	4,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,7
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	3,5	3,5	3,0	1,0	1,5	2,0	4,0	4,0	1,0	3,0	3,0	2,5	2,6
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	3,5	1,5	3,0	3,0	3,5	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0	3,0	2,5	2,5
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	1,5	1,5	1,0	3,0	3,5	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	1,0	2,5	2,3

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,442	Conserve la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	2,692
gl	3
Sig. asintótica	,442

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Color

Friedman^{ab}

Tratamiento	Subconjunto	
	N	1
4,00	18	2,250
3,00	18	2,472
2,00	18	2,583
1,00	18	2,694
Sig.		,160

Se visualizan las medias para los grupos en los

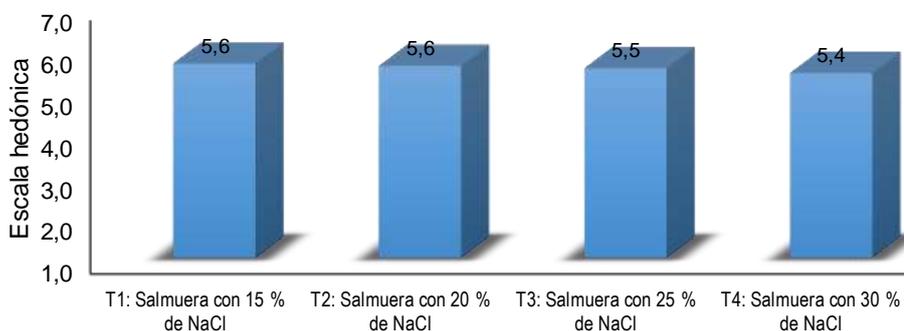
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media

b. Alfa = 0.05.

Con medias reales

N	Subconjunto
	1
18	5,39
18	5,50
18	5,56
18	5,61
	0,160

N	Subconjunto
	1
18	a
	0,160



Anexo 3c. Evaluación sensorial del TEXTURA de los filetes de paco (*Piaractus brachyomus*) ahumados, con cuatro concentraciones de sal en la etapa de salmuerado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	5,8
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	5	6	5	5	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	6	6	6	5	5,6
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	5	5	6	6	4	5	6	6	6	5	5	6	6	5	6	5	5	5	5,4
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4,7

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	4,0	2,5	3,5	3,5	3,5	2,5	3,0	3,0	3,0	4,0	3,5	3,5	1,5	4,0	3,0	2,0	3,5	4,0	3,2
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	2,0	4,0	1,5	2,0	3,5	2,5	3,0	3,0	3,0	2,0	3,5	1,5	3,5	2,5	3,0	4,0	3,5	2,0	2,8
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	2,0	2,5	3,5	3,5	1,0	2,5	3,0	3,0	3,0	2,0	1,5	3,5	3,5	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	2,6
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	2,0	1,0	1,5	1,0	2,0	2,5	1,0	1,0	1,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,5

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	25,176
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Textura

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
4,00	18	1,4722		
3,00	18		2,5556	
2,00	18		2,7778	2,7778
1,00	18			3,1944
Sig.		1,000	,414	,128

Medias reales

Subconjunto	Subconjunto		
	1	2	3
4,7222			
	5,3889		
	5,5556	5,5556	
		5,7778	
1,000	,414	,128	

c

b

b

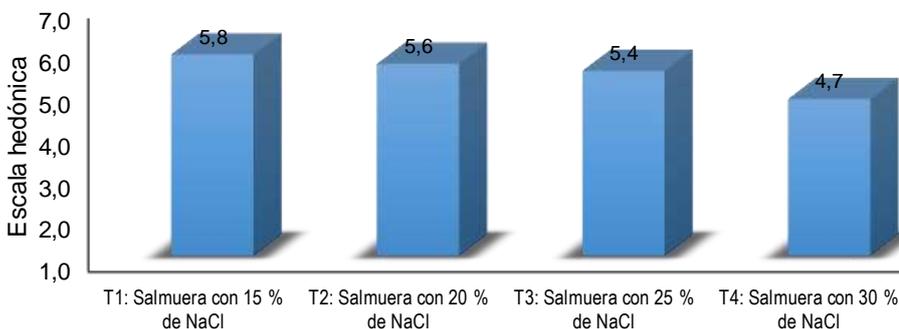
a

a

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 3d. Evaluación sensorial del OLOR de los filetes de paco (*Piaractus brachyomus*) ahumados, con cuatro concentraciones de sal en la etapa de salmuerado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	5	6	6	5	6	6	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6	5,3
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	4,9
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4,8
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	4	4	5	5	6	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4,7

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: Salmuera con 15 % de NaCl	3,0	4,0	4,0	2,5	3,5	4,0	4,0	3,0	2,5	2,5	2,5	4,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,1
T2: Salmuera con 20 % de NaCl	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	2,5
T3: Salmuera con 25 % de NaCl	3,0	2,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,0	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,3
T4: Salmuera con 30 % de NaCl	1,0	2,0	2,0	2,5	3,5	2,0	2,0	1,0	2,5	2,5	2,5	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,1

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,001	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	15,968
gl	3
Sig. asintótica	,001

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Olor

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
4,00	18	2,1389	
3,00	18	2,3056	
2,00	18	2,4722	
1,00	18		3,0833
Sig.		,155	1,000

Con medias reales

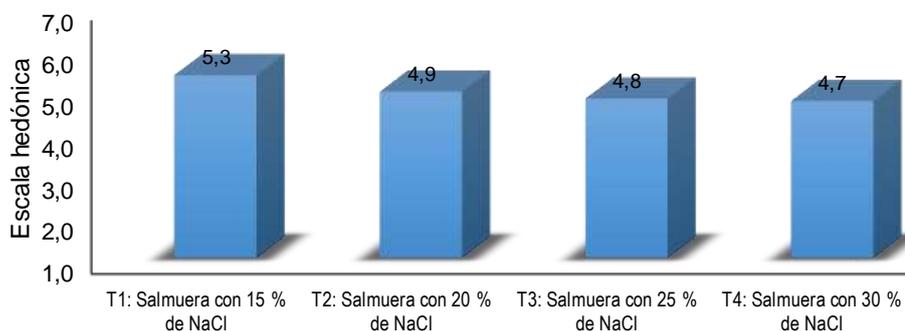
N	Subconjunto	
	1	2
18	4,7222	
18	4,7778	
18	4,9444	
18		5,3333
	,155	1,000

N	Subconjunto	
	1	2
18	b	
18	b	
18	b	
18		a
	,155	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 4

Anexo 4a.

Evaluación física de los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) con diferentes tiempos de ahumado.

Tiempo de ahumado	Dureza	Adhesividad	Cohesividad	Gomosidad
T1: 60 minutos	36,94	-0,318	0,328	1,395
	37,12	-0,322	0,332	1,413
	36,08	-0,309	0,325	1,421
Promedio =	36,713	-0,316	0,328	1,410
Desviación estándar =	0,556	0,007	0,004	0,013
T2: 120 minutos	41,37	-0,276	0,371	1,444
	43,22	-0,269	0,376	1,453
	42,38	-0,272	0,374	1,438
Promedio =	42,323	-0,272	0,374	1,445
Desviación estándar =	0,926	0,004	0,003	0,008
T3: 150 minutos	43,59	-0,152	0,439	1,456
	45,67	-0,148	0,452	1,467
	44,17	-0,147	0,448	1,455
Promedio =	44,477	-0,149	0,446	1,459
Desviación estándar =	1,073	0,003	0,007	0,007
T4: 180 minutos	46,33	-0,144	0,482	1,473
	47,58	-0,139	0,478	1,467
	48,07	-0,152	0,477	1,482
Promedio =	47,327	-0,145	0,479	1,474
Desviación estándar =	0,897	0,007	0,003	0,008

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dureza	Entre grupos	181,633	3	60,544	77,518	,000
	Dentro de grupos	6,248	8	,781		
	Total	187,881	11			
adhesividad	Entre grupos	,068	3	,023	850,617	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,068	11			
Cohesividad	Entre grupos	,042	3	,014	801,746	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,042	11			
Gomosidad	Entre grupos	,007	3	,002	27,157	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,008	11			

Anexo 4b.

Clasificación Tukey de la evaluación física de los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) con diferentes tiempos de ahumado.

Dureza

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1: 60 min	3	36,7133		
T2: 120 min	3		42,3233	
T3: 150 min	3		44,4767	
T4: 180 min	3			47,3267
Sig.		1,000	,068	1,000

Adhesividad

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1: 60 min	3	-,3163		
T2: 120 min	3		-,2723	
T3: 150 min	3			-,1490
T4: 180 min	3			-,1450
Sig.		1,000	1,000	,781

Cohesividad

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1: 60 min	3	,3283			
T2: 120 min	3		,3737		
T3: 150 min	3			,4463	
T4: 180 min	3				,4790
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Gomosidad

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1: 60 min	3	1,4097		
T2: 120 min	3		1,4450	
T3: 150 min	3		1,4593	1,4593
T4: 180 min	3			1,4740
Sig.		1,000	,294	,278

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Anexo 5

Anexo 5a. Evaluación sensorial del SABOR de los filetes de paco (*Piaractus brachyomus*) con diferentes tiempos de ahumados.

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	6	5	6	4	5	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	6	5	4	5,2
T2: 120 minutos	6	6	5	6	6	6	6	5	6	7	6	6	6	7	6	6	5	5	5,9
T3: 150 minutos	5	5	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5,6
T4: 180 minutos	4	4	3	5	3	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4,1

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	3,5	2,5	4,0	1,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	1,5	3,0	2,0	2,5	2,5	3,5	2,0	2,0	2,4
T2: 120 minutos	3,5	4,0	2,5	3,5	4,0	3,5	3,5	2,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,5	4,0	4,0	3,5	2,0	3,0	3,4
T3: 150 minutos	2,0	2,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,5	4,0	2,0	2,5	3,5	3,0	3,5	2,5	2,5	2,0	4,0	4,0	3,0
T4: 180 minutos	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,3

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1_60min, T2_120min, T3_150min and T4_180min son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianzas por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	33,540
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Sabor

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
T4:180 min	18	1,2500		
T1:60 min	18		2,3889	
T3:150 min	18			2,9722
T2:120 min	18			3,3889
Sig.		1,000	1,000	,100

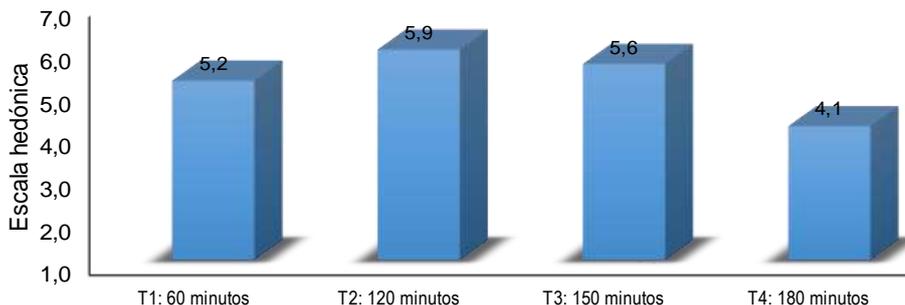
Con medias reales

Subconjunto		
1	2	3
4,1111		
	5,1667	
		5,5556
		5,8889
1,000	1,000	,100

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 5b. Evaluación sensorial del COLOR de los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) con diferentes tiempos de ahumados.

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	6	6	7	5	6	6	6	5	6	7	6	5	6	7	6	6	5	5	5,9
T2: 120 minutos	5	6	6	7	6	5	5	6	4	5	7	6	5	5	4	6	6	6	5,6
T3: 150 minutos	5	4	5	5	5	4	4	6	4	6	4	6	5	5	5	6	4	5	4,9
T4: 180 minutos	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4,3

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	4,0	3,5	4,0	2,5	3,5	4,0	4,0	1,5	4,0	4,0	3,0	2,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	3,4
T2: 120 minutos	2,5	3,5	3,0	4,0	3,5	3,0	3,0	3,5	2,0	1,5	4,0	3,5	2,5	2,5	1,0	3,0	4,0	4,0	3,0
T3: 150 minutos	2,5	1,5	1,5	2,5	2,0	1,5	1,5	3,5	2,0	3,0	1,5	3,5	2,5	2,5	2,5	3,0	1,5	2,5	2,3
T4: 180 minutos	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,5	1,0	1,4

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1_60min, T2_120min, T3_150min and T4_180min son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechaza la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	29,513
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Color

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
T4:180 min	18	1,3611		
T3:150 min	18		2,2778	
T2:120 min	18			3,0000
T1:60 min	18			3,3611
Sig.		1,000	1,000	,196

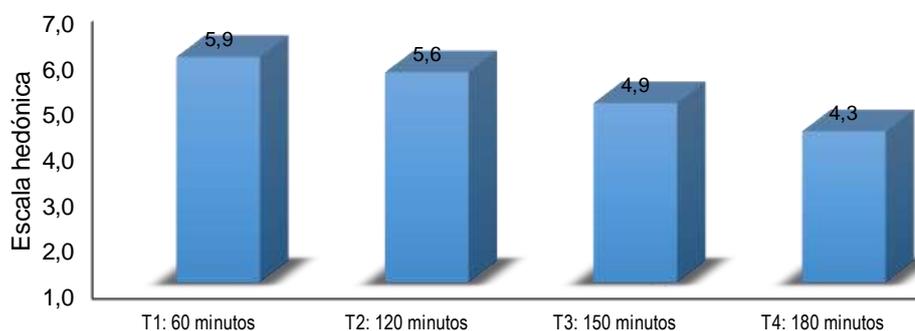
Con medias reales

Subconjunto		
1	2	3
4,2778		
	4,8889	
		5,5556
		5,8889
1,000	1,000	,100

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 5c. Evaluación sensorial de la TEXTURA de los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) con diferentes tiempos de ahumados.

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	6	6	5	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	5	5	6	5	6	5,9
T2: 120 minutos	5	6	6	7	6	5	5	6	6	5	6	6	5	5	5	6	7	6	5,7
T3: 150 minutos	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	4,9
T4: 180 minutos	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4,6

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	4,0	3,5	2,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	2,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,4
T2: 120 minutos	2,5	3,5	4,0	3,5	3,5	2,5	3,0	3,5	3,5	2,5	3,5	2,5	2,0	2,5	2,5	3,5	4,0	3,5	3,1
T3: 150 minutos	2,5	2,0	2,0	1,5	2,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,0	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,9
T4: 180 minutos	1,0	1,0	2,0	1,5	1,0	2,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	2,0	2,5	2,5	1,5	1,0	1,0	1,5

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1_60min, T2_120min, T3_150min and T4_180min son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	36,068
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Textura

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
T4:180 min	18	1,5278	
T3:150 min	18	1,9444	
T2:120 min	18		3,1111
T1:60 min	18		3,4167
Sig.		,063	,170

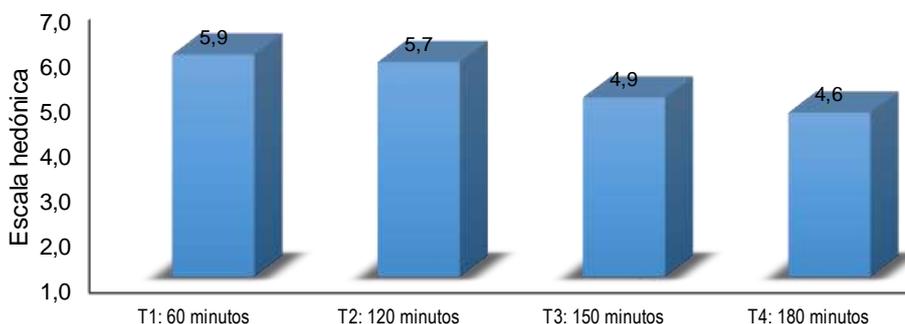
Con medias reales

Subconjunto	Medias	
	1	2
T4:180 min	4,6111	
T3:150 min	4,9444	
T2:120 min		5,7222
T1:60 min		5,8889
Sig.	,063	,170

Se visualizan las medias para los grupos en los

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 5d. Evaluación sensorial del OLOR de los filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) con diferentes tiempos de ahumados.

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7	6	6	6	5	5	6	5	6	6,0
T2: 120 minutos	7	6	6	7	6	7	6	7	6	6	7	5	6	5	5	5	7	5	6,1
T3: 150 minutos	6	6	6	6	5	6	7	5	6	4	6	6	5	5	4	6	5	6	5,6
T4: 180 minutos	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	3	4	3	4	4	4	4,3

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 60 minutos	2,5	3,0	4,0	2,5	3,5	2,5	2,5	3,5	3,0	4,0	2,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	2,5	3,5	3,1
T2: 120 minutos	4,0	3,0	2,5	4,0	3,5	4,0	2,5	3,5	3,0	3,0	4,0	1,5	3,5	3,0	3,5	2,0	4,0	2,0	3,1
T3: 150 minutos	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,5	4,0	1,5	3,0	1,5	2,5	3,5	2,0	3,0	2,0	3,5	2,5	3,5	2,6
T4: 180 minutos	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1_60min, T2_120min, T3_150min and T4_180min son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	36,596
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Olor

Friedman^{ab}

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
T4:180 min	18	1,0833		
T3:150 min	18		2,6389	
T1:60 min	18			3,1389
T2:120 min	18			3,1389
Sig.		1,000	1,000	1,000

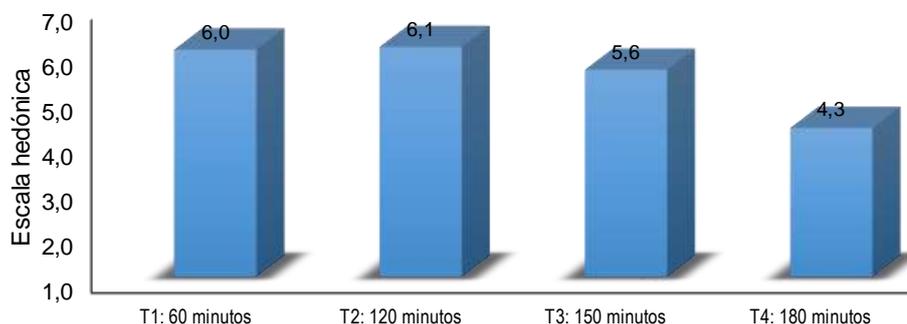
Con medias reales

Subconjunto		
1	2	3
4,2778		
	5,5556	
		6,0000
		6,0556
1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =

b. Alfa = 0.05.



Anexo 6

ANEXO 6a. Análisis Físicoquímico de Filete de Paco fresco.



**SECCIÓN DE ANÁLISIS
DE AGUAS Y ALIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO
CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 18.02.10**

I. SOLICITANTE:	
RAZÓN SOCIAL	VITALIANO CESPEDES CHARRO
RESPONSABLE	El solicitante
DIRECCIÓN	Avenida universitaria 601 Pilcomarca
TELÉFONO	972504017
II. INFORMACIÓN DE SERVICIO:	
MUESTRA	FILETES DE PESCADO (PACO)
CÓDIGO DE MUESTRA	(FP_FRESCO)
PROCEDENCIA DE MUESTRA	Planta Empresa Agroindustrial Del Monte - AMARILIS
FORMA Y PRESENTACIÓN	3 bolsas de polietileno envasados al vacío 500 gr. Aprox.
FECHA DE PRODUCCIÓN	No registra
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Carlos Gayoso A. Blgo. Ricardo Ayala P.
FECHA DE INGRESO	2018-09-04
ANÁLISIS SOLICITADOS	FÍSICOQUÍMICO – MICROBIOLÓGICO
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	2018-01-04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	2018-01-10
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	2018-01-10
III. DOCUMENTO NORMATIVO DE REFERENCIA	
BASE TÉCNICA	AOAC-Standard Methods 21th Edition COMPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON 2da Edición 2011 R.M. 591-2018 N.T.S N° 071 MINS/DIGESA <i>Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y bebidas de consumo humano</i>
NIVEL DE MUESTREO	Muestra prototipo
TIPO DE MUESTREO	Ensayo directo
*BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE	



1 de 2



**SECCIÓN DE ANÁLISIS
DE AGUAS Y ALIMENTOS**

IV. RESULTADOS DE ANÁLISIS

RESULTADOS

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEINA	%	Incineración kjendal	16,15
CARBOHIDRATOS	%	Indirecto	0,00
GRASAS	%	Extractor - Soxhlet	5,36
HUMEDAD	%	Aire seco	77,28
CENIZAS	%	Incineración	1,21

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100ml DE MUESTRA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	MÉTODO*	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesofilo	UFC/g	3×10^2	10^4
Mohos	UFC/g	10	10^3
Coliformes Totales	UFC/g	2	< 10
Escherichia coli	UFC/g	0	< 10

HUÁNUCO 10 DE ENERO DE 2018

- . EL PRESENTE DOCUMENTO ES NULO, CUANDO SE REALIZA CORRECCIONES Y/O ENMENDADURAS.
- . EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE UNA VIGENCIA DE 90 DÍAS CALENDARIOS A PARTIR DE SU FECHA DE EMISIÓN.
- . PROHIBIDA SU COPIA TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.
- . LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO SON DE EXCLUSIVIDAD DEL SOLICITANTE, NO VALIDO PARA TERCEROS.
- . LOS RESULTADOS EMITIDOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO SOLO SON PARA EL TOTAL DEL LOTE MUESTREADO, NO ES COMPATIBLE PARA MUESTRAS SIMILARES.

RICARDO E. AYALA BOKIA
 BÉLGICA / MICROBIOLOGO
 CIP 11894

ANEXO 6b. Análisis Físicoquímico de Filete de Paco Ahumado.**SECCIÓN DE ANÁLISIS
DE AGUAS Y ALIMENTOS****INFORME DE ENSAYO
CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 18.02.10****I. SOLICITANTE:**

RAZÓN SOCIAL RESPONSABLE	VITALIANO CÉSPEDES CHARRE
DIRECCIÓN	El solicitante
TELÉFONO	Avenida universitaria 601 Pilcomarca 972504017

II. INFORMACIÓN DE SERVICIO:

MUESTRA	FILETES DE PESCADO (PACO) AHUMADO ENVASADO AL VACÍO
CÓDIGO DE MUESTRA	(FP_FINAL)
PROCEDENCIA DE MUESTRA	Planta Empresa Agroindustrial Del Monte - AMARILIS
FORMA Y PRESENTACIÓN	3 bolsas de polietileno envasados al vacío 500 gr. Aprox.
FECHA DE PRODUCCIÓN	No registra
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Carlos Gayoso A. Blgo. Ricardo Ayala P.
FECHA DE INGRESO	2018-09-04
ANÁLISIS SOLICITADOS	FISICOQUÍMICO
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	2018-01-04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	2018-01-10
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	2018-01-10

III. DOCUMENTO NORMATIVO DE REFERENCIA

BASE TÉCNICA	AOAC-Standard Methods 21th Edition COMPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON 2da Edición 2011 R.M. 591-2018 N.T.S N° 071 MINSA/DIGESA
--------------	---

NIVEL DE MUESTREO	Muestra prototipo
TIPO DE MUESTREO	Ensayo directo

*BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE



Ide 2



SECCIÓN DE ANÁLISIS
DE AGUAS Y ALIMENTOS

IV. RESULTADOS DE ANÁLISIS

RESULTADOS

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNA	%	Incineración kjendal	19,27
CARBOHIDRATOS	%	Indirecto	0,00
GRASAS	%	Extractor - Soxhlet	9,34
HUMEDAD	%	Aire seco	69,78
CENIZAS	%	Incineración	1,61

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100ml DE MUESTRA



HUÁNUCO 10 DE ENERO DE 2018

[Handwritten signature]
RICARDO E. BOLA BOLA
INGENIERO EN ALIMENTOS
CIP 11984

EL PRESENTE DOCUMENTO ES NULO, CUANDO SE REALIZA CORRECCIONES Y/O ENMIENDAS.
EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE UNA VIGENCIA DE 90 DÍAS CALENDARIOS A PARTIR DE SU FECHA DE EMISIÓN.
PROHIBIDA SU COPIA TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.
LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO SON DE EXCLUSIVIDAD DEL SOLICITANTE, NO VALIDO PARA TERCEROS.
LOS RESULTADOS EMITIDOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO SOLO SON PARA EL TOTAL DEL LOTE MUESTREADO, NO ES COMPATIBLE PARA MUESTRAS SIMILARES.

2 de 2



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
HUANUCO - PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

En la ciudad de Huánuco a los 28 días del mes de DICIEMBRE del año 2018, siendo las 12:00 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 0651-2018-UNHEVAL-FCA-D de fecha 21 / 12 / 2018, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA SALMUERA Y EL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DE FILETE DE PACO (Paractus brachypomus) AHUMADO"

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

VITALIANO CÉSPEDES CHARRE

Bajo el asesoramiento del Mg. ROGER ESTACIO LAGUNA

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : DR. SERGIO GRIMALDO MUÑOZ GARAY
SECRETARIO : DR. ANGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES
VOCAL : DR. RUBEN MAX ROJAS PORTAL
ACCESITARIO : _____

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 14:30 horas.

Huánuco, 28 de DICIEMBRE del 2018

[Firma]
PRESIDENTE

[Firma]
SECRETARIO

[Firma]
VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

En la ciudad de Huánuco a los 28 días del mes de DICIEMBRE del año 2018, siendo las 12:00 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 0651-2018-UNHEVAL-FCA-D de fecha 21 / 12 / 2018, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA SARMUERA Y EL TIEMPO DE AHUMADO EN LA OBTENCIÓN DEL FILETE DE PACO (Piaractus brachipomus) AHUMADO"

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

MIGUEL CASTILLO CARRILLO

Bajo el asesoramiento del Mg. ROBER ESTACIO LAGUNA

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : DR. SERGIO GRIMALDO MUÑOZ GARAY
 SECRETARIO : DR. ANGEL DAVID NATIVIDAD BAROALES
 VOCAL : DR. RUBEN MAX ROJAS PORTAL
 ACCESITARIO : _____

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 14:30 horas.

Huánuco, 28 de DICIEMBRE del 2018

[Firma]
PRESIDENTE

[Firma]
SECRETARIO

[Firma]
VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: CESPEDES CHARRE VITALIANO

DNI: 41256029 Correo electrónico: charre_27@hotmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 972504017 Oficina _____

Apellidos y Nombres: CASTILLO CARRILLO MIGUEL

DNI: 41134230 Correo electrónico: migdaymar@hotmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 929215324 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de: <u>CIENCIAS AGRARIAS</u>	
E. P. : <u>INGENIERIA AEROINDUSTRIAL</u>	

Título Profesional obtenido:

Título de la tesis:

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 11-01-2019

Firma del autor y/o autores: