

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE AHUMADO DE
FILETES DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) Y ALPACA (*Lama
pacos*) EN UN HORNO AHUMADOR”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. ROSALIA VARGAS CONDORI

Bach. GIOVANNA CHOQUE CRUZ

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERU

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
"EVALUACIÓN DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE AHUMADO DE FILETES DE
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) Y ALPACA (*Lama pacos*) EN UN HORNO
AHUMADOR"

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. ROSALIA VARGAS CONDORI

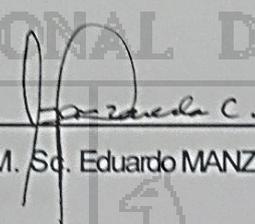
Bach. GIOVANNA CHOQUE CRUZ

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

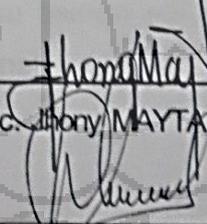
PRESIDENTE JURADO: _____


M. Sc. Eduardo MANZANEDA CABALA

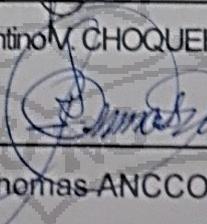
PRIMER MIEMBRO : _____

Ing. Rodolfo MEZA RUMUALDO

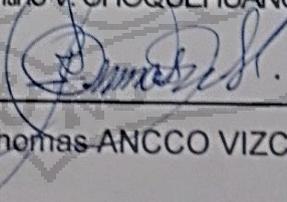
SEGUNDO MIEMBRO : _____


M. Sc. Johnny MAYTA HANCCO

DIRECTOR DE TESIS : _____


M. Sc. Florentino M. CHOQUEHUANCA CACERES

ASESOR DE TESIS : _____


M. Sc. Thomas ANCCO VIZCARRA

PUNO - PERU

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida y haberme permitido llegar al día de hoy

A MIS PADRES

Mario Lucio, Martina (+) Por darme la existencia y haberme permitido darles esta satisfacción.

A MIS HERMANOS

Raúl, Bertha, Saúl, Daniel, Lot y Jhony por su cariño y apoyo.

ESPECIALMENTE

Waldo por su cariño, apoyo y formar parte del libro de mi vida, Kalef, Kiara y Kael por ser la fuerza que me motiva a seguir adelante.

A MIS ASESORES

Por brindarme su tiempo sus sabios consejos y a su apoyo incondicional.

A MIS CATEDRATICOS

Por transmitirme sus conocimientos

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

En general a todos por que en su momento cada uno contribuyo con colocar un granito de arena dentro de mi caja de experiencias.

ROSALIA

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida y haberme permitido llegar al día de hoy

A MIS PADRES

Pio y Susana por darme la existencia y haberme permitido darles esta satisfacción.

A MIS HERMANOS

Roger Pio, Yohon Arturo, Noemi Gioliana, Ronald y Liz Maleni.

ESPECIALMENTE

Braulio por su cariño, apoyo y formar parte del libro de mi vida, Rocio, Emmy y Crhister por ser la fuerza que me motiva a seguir adelante.

A MIS ASESORES

Por brindarme su tiempo sus sabios consejos y a su apoyo incondicional.

A MIS CATEDRATICOS

Por transmitirme sus conocimientos

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

En general a todos por que en su momento cada uno contribuyo con colocar un granito de arena dentro de mi caja de experiencias.

GIOVANNA

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarnos las enseñanzas y haber participado en nuestra formación profesional.
- ❖ A todos los catedráticos y personal administrativo de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por sus enseñanzas impartidas y haber contribuido en nuestra formación profesional.
- ❖ A nuestros jurados de tesis M. Sc. Eduardo Manzaneda Cabala, M.Sc. Jhony Mayta Hanco por haber dedicado sus tiempos a la lectura y corrección del presente trabajo de investigación.
- ❖ A nuestro Director M. Sc. Florentino V. Choquehuanca Cáceres y a nuestros asesores M. Sc. Thomas Ancco Vizcarra por apoyarnos y dedicar su tiempo incondicionalmente para que sea posible nuestro trabajo.
- ❖ A todos en general mil gracias por habernos ayudado a subir escalón tras escalón por habernos levantado el ánimo no solo con sus palabras sino a través de sus hechos

INDICE

RESUMEN	15
I. INTRODUCCIÓN	17
II. REVISION DE LITERATURA	19
2.1. Trucha	19
2.1.1. Composición Química y Valor Nutritivo de la Trucha Arco Iris	20
2.1.1.1. Proteínas	21
2.1.1.2. Agua	21
2.1.1.3. Grasa	21
2.2. Alpaca (La Carne de Alpaca)	22
2.2.1. Composición Química de la Carne de Alpaca	22
2.2.1.1. Agua	23
2.2.1.2. Proteínas	23
2.2.1.3. Grasa	24
2.2.1.4. Cenizas	25
2.2.1.5. Carbohidratos	25
2.3. Ahumado	25
2.3.1. Descripción de la Técnica de Ahumado	26
(A) Salazón o Salmuera	26
(B) Enjuague	27
(C) Condimentación	27
(D) Ahumado	28
(E) Maduración	28
2.3.2. Métodos de Ahumado	29
2.3.2.1. Definición de Ahumado en Caliente	29
2.3.2.2. Definición de Ahumado en Frío	30
2.3.2.3. Ahumado Electroestático	31
2.3.2.4. Ahumado Mediante Humo Liquido	32
2.4. El Humo	32

2.4.1. Producción de Humo	33
2.4.2. Materiales para la Combustión	33
A. Coronta o Tuza del Maíz	34
B. Queñua	34
2.4.3. Composición del Humo	35
2.4.4. Efecto del Humo	36
2.4.5. Propiedades del Humo	36
2.4.6. Beneficios de los Componentes del Humo	
Sobre el Producto Ahumado	37
A. Coloración	38
B. Aromatización (Olor y Sabor).	38
2.4.7. Cambios de la Textura por el Ahumado	39
2.4.8. Cambios en los Productos Sometidos a Ahumados	40
2.4.8.1. Actividad de Agua	40
2.4.8.2. Humedad y Ph	40
2.4.8.3. En El Tejido Muscular	41
2.5. Deterioro de Productos Sometidos a Ahumados	41
2.5.1. Acidez	41
2.5.2. Índice de Peróxidos	42
2.6. Vida Útil de los Productos Ahumados	43
2.7. Valor Nutritivo del Ahumado	44
2.8. Equipo de Ahumado	45
2.8.1. Cámara de Ahumado	46
2.8.2. El Hogar	46
III. MATERIALES Y METODOS	47
3.1. Lugar de Ejecución	47
3.2. Materiales	47
3.2.1. Materia Prima	47
3.2.2. Equipos y Materiales para el Ahumado	48
3.2.3. Insumos Para el Proceso de Ahumado	48
3.2.4. Materiales de Vidrio y Porcelana	49

3.2.5. Reactivos de Laboratorio	49
3.3. Metodología Experimental	50
Figura 1 Flujo grama de Elaboración de Ahumado en Caliente en Filetes de Trucha y Alpaca	50
3.3.1. Descripción del Proceso Experimental	51
A. Materia Prima	51
B. Pesado y Recepción	51
C. Lavado	51
D. Fileteado	51
E. Salmuera	52
F. Desalado y Lavado	52
G. Oreado	52
H. Ahumado	52
I. Enfriado	54
J. Empacado	54
K. Almacenamiento	54
3.4. Métodos de Análisis	54
3.4.1. Determinación del Índice de Acidez Titulable	54
3.4.2. Determinación del Índice de Peróxidos	56
3.4.2.1. Procedimiento	56
3.4.2.2. Preparación y Valoración de Tiosulfato Sódico 0,01n (0,05 Mol/L)	58
3.4.2.3. Resultados	59
3.4.3. Determinación de la Humedad	60
3.5. Análisis Estadístico	61
3.5.1. Objetivo 1	61
3.5.2. Objetivo 2	62
3.5.3. Objetivo 3	63
IV. RESULTADOS	64
4.1. RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE AHUMADO PARA LOS FILETES DE TRUCHA Y ALPACA.	64

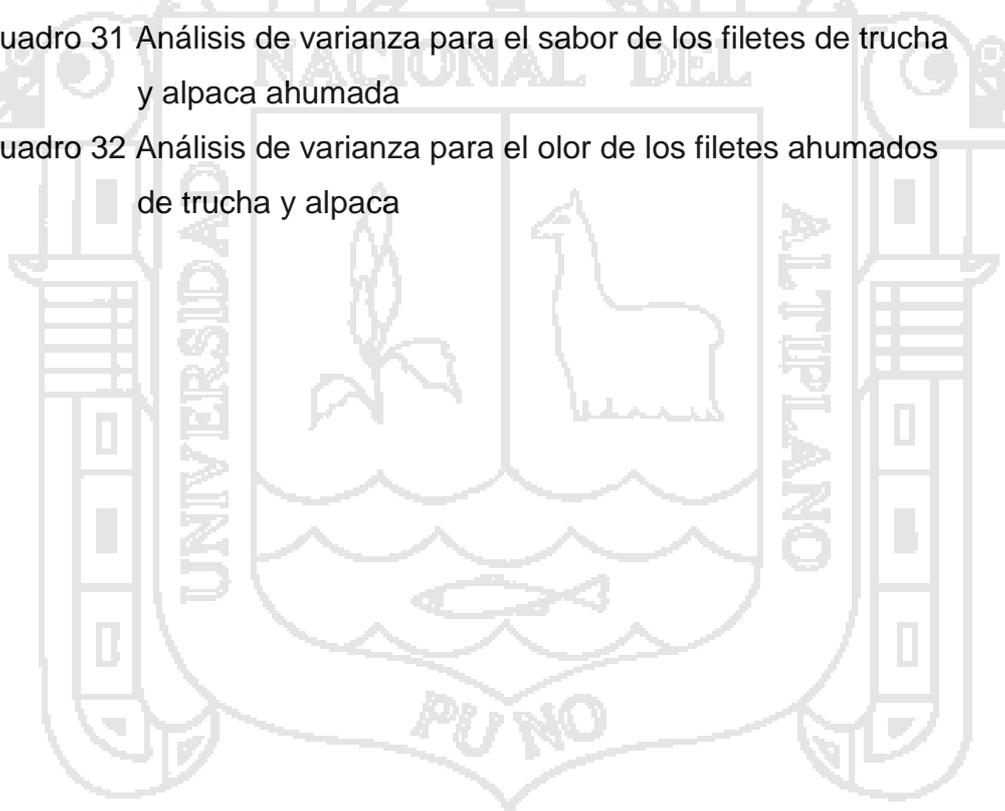
4.1.1. Resultados de la Comparación de la Temperatura y Tiempo de Ahumado para Los Filetes de Trucha y Alpaca	66
4.2. Resultados de la Comparación de la Temperatura y Tiempo de Ahumado para los Filetes de Trucha y Alpaca	68
4.2.1. Resultados de la Humedad, Índice de Peróxidos y Acidez de los Filetes Durante el Proceso de Ahumado	68
4.2.2. Resultados del Índice de Acidez (%) de los Filetes de Trucha y Alpaca Durante el Proceso de Ahumado	71
4.2.3. Resultados del Índice de Peróxido (Meq/Kg) de los Filetes de Trucha y Alpaca Durante el Proceso de Ahumado	74
4.3. Resultados de los Atributos Sensoriales de Filetes de Trucha y Alpaca Ahumado	76
4.3.1. Textura de los Filetes de Trucha y Alpaca	76
4.3.2. Color de los Filetes de Trucha y Alpaca	77
4.3.3. Sabor de los Filetes de Trucha y Alpaca	79
4.3.4. Valoración Sensorial del Olor de los Filetes de Trucha y Alpaca	80
4.4. Características Técnicas del Equipo Ahumador	81
4.4.1. Esquema del Ahumador	81
4.4.2. Cámara de Ahumado	81
4.4.3. El Hogar	82
4.4.4. Funcionamiento	83
4.4.5. Construcción	83
4.4.6. Especificaciones Técnicas del Diseño	84
V. CONCLUSIONES	85
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. BIBLIOGRAFIA	87
WEBGRAFIA	91

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Composición química de la trucha arco iris (<i>oncorhynchus mykiss</i>)	20
Cuadro 2 Patrón de medición del índice de peróxidos	56
Cuadro 3 Comparaciones múltiples de DUNCAN para temperatura media en el centro de los filetes de trucha y alpaca ahumada	65
Cuadro 4 Comparaciones múltiples de DUNCAN para la temperatura media para los tiempos de ahumado de los filetes de trucha y alpaca	66
Cuadro 5 Comparaciones múltiples de DUNCAN para la humedad en los filetes ahumados de trucha y alpaca	70
Cuadro 6 Comparaciones múltiples de DUNCAN para el tiempo de ahumado de los filetes ahumados de trucha y alpaca	71
Cuadro 7 Comparaciones múltiples de DUNCAN para la acidez de los Filetes de trucha y alpaca ahumada	73
Cuadro 8 Comparaciones múltiples de DUNCAN para el índice de peróxidos (meq/kg) de los filetes de trucha y alpaca ahumada	76
Cuadro 9 Comparaciones múltiples de DUNCAN de textura entre los filetes de trucha y alpaca	77
Cuadro 10 Comparaciones múltiples de DUNCAN de color entre los filetes de trucha y alpaca	78
Cuadro 11 Comparaciones múltiples de DUNCAN de sabor entre los filetes de trucha y alpaca	80

Cuadro 12 Comparaciones múltiples de DUNCAN de olor entre los filetes de trucha y alpaca	81
Cuadro 13 Valores de temperatura media alcanzada en el centro de los filetes de trucha	94
Cuadro 14 Valores de temperatura media en el centro de los filetes de alpaca	94
Cuadro 15 Análisis de varianza de la temperatura alcanzada entre los filetes de trucha y alpaca	95
Cuadro 16 Comparaciones múltiples de DUNCAN para la temperatura entre los filetes de trucha y alpaca ahumada	95
Cuadro 17 Reporte de tiempo y temperatura de ahumado de filetes de trucha y alpaca	96
Cuadro 18 Deterioro de la calidad de los filetes de trucha durante el Ahumado	100
Cuadro 19 Deterioro de la calidad de los filetes de alpaca durante el ahumado	100
Cuadro 20 Deposte de datos de los filetes, tiempo para la humedad, índice de peróxidos y acidez	101
Cuadro 21 Análisis de varianza para la humedad entre los filetes de trucha y alpaca	102
Cuadro 22 Promedio y límites de confianza para la humedad de los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado	102
Cuadro 23 Análisis de variancia para la acidez (%) de los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado	103
Cuadro 24 Comparaciones múltiples de DUNCAN promedio y limites de confianza para la acidez de los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado	103
Cuadro 25 Análisis de variancia para el indice de peroxidos (meq/kg) de los filetes de trucha y alpaca durante el Ahumado	104

Cuadro 26 Comparaciones múltiples de DUNCAN promedio y límites de confianza para el índice de los peróxidos de los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado	104
Cuadro 27 Cartilla de puntuaciones para el análisis organoléptico de productos ahumados	105
Cuadro 28 Resultados de la evaluación de las características sensoriales de los filetes de trucha y alpaca ahumada	106
Cuadro 29 Análisis de varianza para textura de los filetes de trucha y alpaca ahumada	107
Cuadro 30 Análisis de varianza para el color de los filetes de trucha y alpaca ahumada	107
Cuadro 31 Análisis de varianza para el sabor de los filetes de trucha y alpaca ahumada	107
Cuadro 32 Análisis de varianza para el olor de los filetes ahumados de trucha y alpaca	107



INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Temperatura de alcanzada durante el proceso de ahumado en los filetes de trucha y alpaca	67
Gráfico 2 Resultados de humedad durante el proceso de ahumado	70
Gráfico 3 Resultados del índice de acidez (%) durante el proceso de Ahumado	72
Gráfico 4 Resultados del índice de peróxidos durante el proceso de Ahumado	75
Gráfico 5 Perfil de temperatura alcanzada en filete de trucha durante el proceso de ahumado	108
Gráfico 6 Perfil de temperatura en el filete de alpaca durante el proceso de ahumado	108

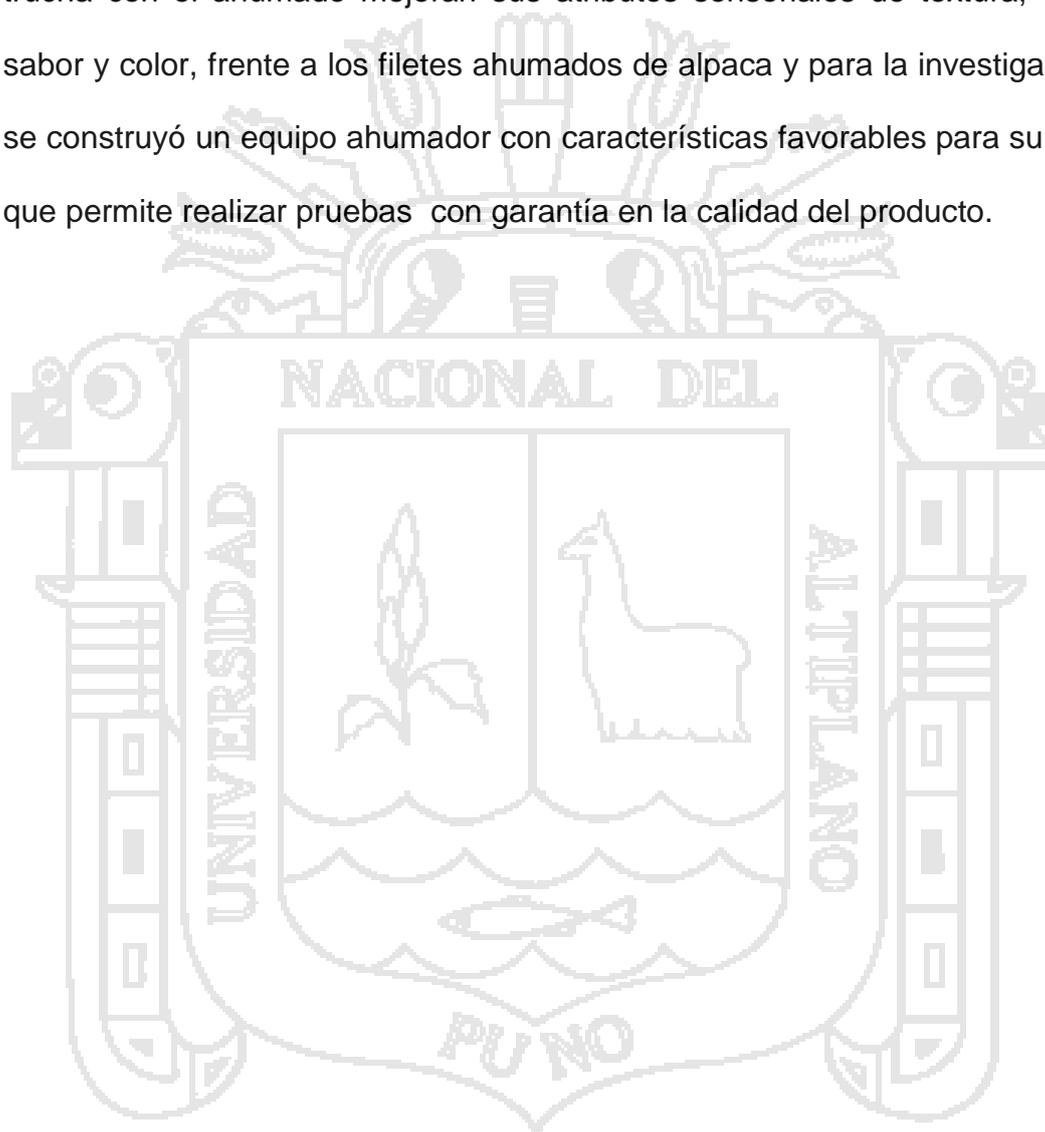
INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma de elaboración de ahumado en frío y caliente para filetes de trucha y alpaca	50
Figura 2 Materia prima trucha arco iris	109
Figura 3 Carne de alpaca	109
Figura 4 Fileteado y eviscerado	110
Figura 5 Pesado del filete	110
Figura 6 Oreado de los filetes	111
Figura 7 Acondicionamiento de los filetes con los sensores de temperatura tipo k	111
Figura 8 Proceso de ahumado	112
Figura 9 Introducción del carbón en el hogar	112
Figura 10 Filetes de trucha ahumada	113
Figura 11 Empacado y almacenado	113

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Puno, en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, ubicado a 3825 m.s.n.m. con el objeto de determinar el tiempo y temperatura de ahumado en filetes de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y alpaca (*Lama pacos*) en un horno ahumador, evaluándose la humedad, acidez, índice de peróxidos, y atributos sensoriales de textura, color, sabor y olor. El registro de tiempo - temperatura se hizo con sensores de temperatura tipo K, dispuesta en una tarjeta NIDAC; para el desarrollo del proceso se empleó la metodología de ahumado de MAPA (2006), Y el manual de tecnología de aceites y grasas de la AOAC (1994), para la humedad, acidez e índice de peróxidos; empleándose la escala de calificación para productos ahumados propuesto por el MAPA (2006). Determinándose 82°C en 120 min. Para el filete de trucha y 72°C en un tiempo de 150 min. Para el filete de alpaca ahumada en el centro del filete, en el contenido de humedad de los filetes de trucha y alpaca se determinaron un promedio 17,295 Y 15,020 % respectivamente, en acidez 0,106 % Para el filete de trucha y 0,075% para el filete de alpaca; e índice de peróxidos 4,00 meq/Kg y 2,29 meq/Kg, en las pruebas sensoriales globalizadas los valores determinados y sumados fueron: 11,833 para trucha y 10,333 para alpaca catalogándose los productos en el rango de excelente. Concluyéndose que a medida que transcurre el tiempo, la temperatura promedio en el centro del producto varía para ambos filetes. La temperatura media en el centro del producto, es dependiente del tiempo, y

se alcanza en menor tiempo en filetes de trucha comparativamente al filete de alpaca. Los filetes de trucha, por la alta retención de agua, sufren cambios en acidez y peróxidos a medida que transcurre el tiempo de ahumado en comparación a los filetes de alpaca ahumada. Los filetes de trucha con el ahumado mejoran sus atributos sensoriales de textura, olor, sabor y color, frente a los filetes ahumados de alpaca y para la investigación se construyó un equipo ahumador con características favorables para su uso que permite realizar pruebas con garantía en la calidad del producto.



I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país la transformación de carne de alpaca, truchas arco iris saladas, secadas y ahumadas se realiza en forma artesanal y no existe información específica sobre los métodos utilizados.

Asimismo la carne de trucha y alpaca viene a integrarse perfectamente en una alimentación saludable, por ser rica en vitaminas, baja en grasas y colesterol, especialmente adecuada para personas con necesidades proteicas elevadas. Vidal, (2000)

Agregar un valor diferenciado y con calidad al producto, obtenido en fresco a partir de tecnologías tradicionales como el ahumado, ya que es un método de conservación muy antiguo que se utiliza para preservar productos como el pescado, especialmente en lugares donde los métodos de refrigeración no están disponibles y se corre el riesgo de que el producto se deteriore rápidamente; También permite almacenar el pescado para su consumo en épocas de alta demanda, y para logra mayor vida útil se requiere el control de los parámetros de proceso tales como tiempo temperatura en el equipo ahumador, que permitan cuidar la calidad físico química y sensorial atribuida durante el procesado, lo cual le permitirá al acuicultor y criador obtener mayores ingresos.

La investigación tuvo los siguientes objetivos:

- Comparar y evaluar el tiempo y temperatura de ahumado de filetes de trucha y alpaca.

- Determinar el deterioro de calidad de los filetes de trucha y alpaca en términos de acidez e índice de peróxidos durante el proceso de ahumado.
- Evaluar las características organolépticas de los filetes de trucha y alpaca ahumada.
- Caracterizar el equipo.



II. REVISION DE LITERATURA

2.1. TRUCHA

Peralta (1998), Menciona que trucha es especie de la familia de los salmónidos, no es originaria del Perú, ha sido introducida al Perú a fines de la década del 40 proveniente de Estados Unidos y Canadá. Inicialmente se instalaron centros de reproducción en diversos lugares de la Sierra (Huancayo, Huaraz, Cusco, Arequipa, Cajamarca, Puno), desde los cuales fueron diseminados por ríos y lagunas. En muchas zonas se reproduce bien y constituye una fuente de alimento, trabajo e ingreso para la población.

Pescado de agua dulce que en su forma original no recibieron ningún tipo de tratamiento ni preservación. Chinpes (2006).

De acuerdo a la clasificación se presenta de la siguiente manera:

Reino	:	Animal
Phylum	:	Chordata
Sub-phylum	:	Vertebrada
Clase	:	Osteichthyes
Super clase	:	Actinopterygii
Orden	:	Salmoniformes
Sub orden	:	Salmonaide
Familia	:	Isospondyle
Genero	:	Oncorhynchus
Especie	:	Mykiss
Nombre común	:	Trucha Arco Iris

FUENTE: IMARPE/ITP(1996) Mencionada por Parisaca en el (2002).

2.1.1. Composición Química y Valor Nutritivo de la Trucha

Arco Iris

ITP (1998). Menciona que la composición de la trucha arco iris varía de acuerdo a diversos factores tales como el contenido de grasas y proteínas del cuerpo, los que se incrementan con la edad y durante los 14 primeros meses de vida, el contenido de cenizas permanece constante; asimismo el Instituto Tecnológico Pesquero ITP – LIMA – PERU, (1998), Arapa, (2003), Pacho, (2003), Dirección Regional de Pesquería, (1998) y Charley, (1995); mencionados por Parisaca (2002), determinaron la composición química de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) presentados en el Cuadro 1.

CUADRO Nº 1 Composición química de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) g/100g de ración

Composición Química Nutricional	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Humedad	75.80	73.09	76.57	75.00	70.60
Grasa	3.10	7.22	3.44	1.00	1.00
Proteínas	19.50	17.50	18.45	20.90	18.30
Cenizas	1.20	1.20	1.27	3.00	-
Carbohidratos	0.40	0.79	-	-	-

Fuente: Mencionado por Parisaca, (2002).

- a) Instituto Tecnológico Pesquero ITP – LIMA – PERU, (1998).
- b) Arapa (2003).
- c) Pacho (2003).
- d) Dirección Regional de Pesquería, (1998).
- e) Charley (1995).

2.1.1.1. Proteínas

García (1996). Menciona que existen estudios que afirman la exquisitez y valor proteico de la trucha, debido a que las proteínas son de buena calidad y de fácil digestibilidad, así mismo se asume que esta especie es fuente de vitaminas del complejo B, tales como tiamina (vitamina B₁), riboflavina (vitamina B₂) y niacina.

2.1.1.2. Agua

Stephen (1998), Menciona que el componentes más abundantes de la trucha es el contenido de agua que varía de 75 – 80 %.

2.1.1.3. Grasa

Silva (1974), Menciona que la grasa es el componente más abundantes con un contenido del 2 – 3 % el cual varían mucho según la época del año, zonas y temperatura del agua.

Además de dotar de calorías con una mínima cantidad de colesterol, presenta también ácidos grasos Omega 3, especialmente ácidos docosahexanoico (DHA), es bastante beneficioso tanto para la madre como para el feto.

2.2. Carne de Alpaca

La carne de alpaca (*Lama pacus*) se caracteriza por su color cereza, de olor y sabor sui generis, textura medio suave, pero como en todos los animales las características sensoriales varían con la edad, sexo, estado sanitario y fundamentalmente por el manejo y la alimentación de las mismas (Dirección y Promoción Agraria, 2004). Y según Garnica (1993). La carne debe cumplir cuatro condiciones fundamentales: ser sana, nutritiva agradable y económicamente accesible, la primera de ellas adquiere una importancia fundamental.

2.2.1. Composición química de la carne de alpaca

Bustinza (1993), Menciona que el entendimiento del valor nutritivo de la carne de alpaca está relacionado con la calidad alimenticia para el hombre a través del contenido de proteínas, grasa, glúcidos, minerales y otros componentes.

2.2.1.1. Agua

Bustinza (1993), Menciona que es el mayor componente contiene alrededor del 76% de agua; solo un 4% del agua total de la carne se halla ligada químicamente, la mayor parte se encuentra unida electrostáticamente a la proteína, es decir la mayor parte del agua se encuentra libre, pero inmovilizada mecánicamente por la estructura de la molécula proteica. Al ejercer una presión sobre la carne, las moléculas de agua pueden liberarse, cambiando la apariencia inicial de un sólido y si hay más presión, aumenta más esta liberación molecular, apreciándose una masa medio fluida.

El agua libre sirve como disolvente de sustancias hidrosolubles del tejido muscular también actúa como agua de reacción en los diversos procesos bioquímicos. La cantidad de agua en las carnes depende de la especie animal y la edad de los animales según Tellez (1992).

2.2.1.2. Proteínas

Según Garnica (1993), la carne es considerada como un recurso importante por su calidad nutritiva especialmente de los camélidos andinos, en relación a otras especies, tienen mayores niveles proteicos: alpaca 21.88% y la llama 24.82%. según Solís (1997), en carne a proteína representa de 18 a 25% por las escleroproteínas como la miosina, actina,

actomiosina, las albúminas, la mioglobina y la hemoglobina que confiere el color a la carne y las proteínas del tejido conjuntivo, colágeno y elastina. La variación significativa esta en las zonas anatómicas de la carcasa, las zonas que presentan menor porcentaje de proteína son el cuello y el pecho por su mayor infiltración de grasa. La edad del animal también influye al porcentaje de proteína, a medida que la edad del animal aumenta el porcentaje de proteína disminuye.

2.2.1.3. Grasa

Téllez (1992), Menciona que la grasa está localizado como tejido adiposo subcutáneo o de manto superficial, asimismo la grasa intersticial o de marmóreo y la grasa de depósito o reserva. Estas grasas están constituidas por ácidos grasos saturados predominantemente el palmítico y el esteárico y por los ácidos grasos no saturados, los más abundantes en las grasa animales son el palmitoleico, oleico, linoleico y linolénico. La calidad de las grasas se aprecia por su coloración consistencia y olor.

Carballo (1991), Indica que es un compuesto que se encuentra en la carne, en un rango de 1 a 13 % con un promedio del 3%.

2.2.1.4. Cenizas

Bustinza (1993), Menciona que el contenido de ceniza en la carne de alpaca oscila entre 0.8 a 1.8% se encuentra representado por fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio, calcio, azufre, hierro, silicio, además de otros oligoelementos en concentraciones bajas como el cobre, zinc y otros.

2.2.1.5. Carbohidratos

Téllez (1992), Refiere que las carnes son pobres en estos componentes químicos, en promedio representan el 1%, entre ellos se tiene el glucógeno, polisacárido; monosacárido como la fructuosa, ribosa y glucosa, aunque en pequeñas cantidades, especialmente cuando la carne esta madura.

2.3. Ahumado

Wicki (2004), Define el ahumado, como un método de la conservación de carnes. Auxiliar de curación de los embutidos. Se logra el ahumado, al exponer las carnes previamente saladas o en salmuera en un ahumadero a la acción del humo, al que puede controlarse en densidad, temperatura y tiempo.

La NTP. 204.004-2.1.1 define: que el pescado ahumado es todo pescado que ha sido expuesto a la acción del humo, con el objetivo de preservarlo, darle sabor, olor y color característicos.

MAPA (2006), Menciona que el fundamento básico de su contenido acuoso e impermeabilizarlo mediante el humo.

La desecación y el poder antiséptico se comportan como altamente bactericidas. Los pasos que se realizan para transformar el pescado crudo en ahumado son los siguientes: preparación y limpieza de los pescados ya sean enteros o troceados, salazón, secado, ahumado y finalmente refrigeración inmediata a la salida de los productos según Wicki (2004).

2.3.1. Descripción de la técnica de ahumado

Según MAPA (2006), Los pasos a seguir para ahumar correctamente las carnes son cinco:

- a. Salazón o salmuera.
- b. Enjuague.
- c. Condimentación.
- d. Ahumado.
- e. Maduración.

(a) Salazón o Salmuera.

MAPA (2006), Menciona que la salmuera consiste en preparar una solución concentrada de sal, (solución salina al 30 o 40 % o 360 gramos de sal por litro de agua), hasta que una

papa o un huevo floten. Esta salmuera se le puede agregar azúcar, pimienta picante y/o hierbas de olor para condimentar.

La salazón se emplea cuando las piezas a ahumar son grandes, y la salmuera se emplea cuando se ahumarán piezas pequeñas como pescados. Debe mantenerse aproximadamente 8 a 10 horas.

(b) Enjuague.

MAPA (2006), Menciona que este paso consiste en sacar la carne de la sal y sumergirla en agua simple de 8 a 10 horas según el tamaño de las piezas, esta extrae el exceso de sal y la rehidrata ligeramente. Después de este tiempo se saca del agua y se deja escurrir unos minutos.

(c) Condimentación.

MAPA (2006), Menciona que con objeto de dar a la carne un sabor picante, protegerla de las moscas que pueden ovipositar sobre ella y agusanarla con sus larvas y evitar el establecimiento de bacterias y hongos debido al efecto antibiótico de sus aceites esenciales, se cubre toda la superficie de la carne con una capa gruesa de una mezcla de polvos de pimienta negra, pimienta gorda, pimentón o páprika y canela., y que permita que los polvos se adhieran a su superficie y que este paso se facilita debido a que la carne

contiene cierto grado de humedad que permite que los polvos se adhieran a su superficie.

(d) Ahumado.

MAPA (2006), Menciona que este método consiste en exponer a los alimentos en humo, este puede ser caliente (procurando que la cámara alcance temperaturas de 50 a 80 °C.) o frío, sin que se eleve la temperatura de 0 a 40 °C. El ahumado en caliente se emplea para alimentos crudos y no salados como algunos pescados de talla pequeña y el frío para piezas grandes y saladas.

(e) Maduración.

MAPA (2006), Menciona que este es el último paso y el más sencillo, ya que consiste en sacar las carnes del ahumador y colgarlas al aire unos días para que pierdan las altas concentraciones de los elementos adquiridos dentro del ahumador y queden equilibrados desde la primera vez que se consuman, ya que debe realizarse en lugares frescos, sombreados y bien ventilados. Asimismo, MAPA (2006), Menciona que al finalizar la técnica las carnes pueden perder más del 50 % de su peso original, si bien esto representa una merma en peso, su contenido alimenticio se incrementa en igual proporción, ya que las proteínas se han concentrado.

2.3.2. Métodos de ahumado.

MAPA (2006), Indica que son procesos tecnológicos cuya finalidad es la conservación del pescado en estado comestible, por un periodo de tiempo más o menos largo.

2.3.2.1. Definición de ahumado en caliente.

Según la NTP. 204.004-2.1.1.2 publica: Pescado ahumado en caliente: Es todo pescado convenientemente salado en sus diferentes tipos y sometidos a la acción del calor y el humo durante el tiempo necesario para efectuar la acción, de modo que adquiera las características necesarias para su comercialización. El pescado debe alcanzar una temperatura mínima de 65 °C.

Según ITP (2000), En primer lugar, el pescado se sala por inmersión en la salmuera, a razón de no más de un volumen de pescado en tres volúmenes de salmuera. La salmuera debe mantenerse limpia, cambiándola cuando se vuelva viscosa y a una temperatura de 10 a 20 °C. El pescado puede colgarse de unas anillas atravesadas por los ojos o la cola.

El ahumado en caliente cuece parcialmente el pescado, colgado por las anillas se coloca en el horno. La temperatura se eleva lentamente hasta 30° C y se mantiene durante media hora para dar tiempo a que se seque la superficie del pescado.

A continuación se cierran las aberturas del horno para mantener la humedad y se eleva la temperatura a 50 °C durante media hora y después a 80 °C durante tres cuartos de hora o una hora. La pérdida de peso durante el proceso de ahumado en caliente es de aproximadamente un 16 %.

El pescado ahumado debe ser refrigerado por debajo de 10 °C y preferentemente a menos de 4 °C antes de envasarlo. Los paquetes de trucha ahumada en caliente se conserva como mínimo una semana si se refrigeran y se mantienen en refrigeración entre 0 – 4 °C. Pueden ser congelados y almacenados durante 12 meses.

2.3.2.2. Definición de ahumado en frío

Según la NTP. 204.004-2.1.1.1 Pescado ahumado en frío: Es todo pescado fresco convenientemente salado y sometido a la acción del humo durante un tiempo tal que le permita adquirir las características necesarias para su comercialización. El pescado no debe ser sometido a la acción directa del fuego ni pasar de los 38 °C.

Según el ITP, (2000). Para que el pescado se ahume adecuadamente debe tener un contenido en grasa superior al 15% y el resultado es mejor si se ha sangrado por corte de las branquias para su sacrificio, separarse desde el cuello a la cola

o terminar el corte a la altura del ano y deben ser salazonadas o sumergidas en salmuera antes del ahumado.

Se pasa un cable por las anillas situadas a nivel de las aletas pectorales y se hacen tres cortes a lo ancho en cada uno de los lados, justo atravesando la piel. Las medias truchas se colocan sobre una capa de sal y se cubren con otra capa de media pulgada en la zona de la cabeza y de bastante menos en la de la cola. Se pueden colocar varias capas, unas sobre otras, poniendo una plancha de madera encima, con un peso de unos 5 Kg. Las medias truchas se dejan en sal durante 12 – 14 horas, dependiendo del tamaño. A continuación se lavan para retirar la sal de la superficie. En algunos casos se sumergen durante tres cuartos de hora aproximadamente en una salmuera al 8%, para conseguir una distribución homogénea de la sal en el músculo. La pérdida de peso durante el salazonado seco es de aproximadamente un 9%.

2.3.2.3. Ahumado electroestático

Orna (2004), Menciona que en este proceso el humo generado pasa por unas rejillas sometidas a la acción de un campo eléctrico de corriente continua de alta tensión, por la que las partículas de humo se depositan uniformemente en la superficie de la materia prima. Con este método la operación de ahumado puede reducirse a 2 horas aproximadamente.

2.3.2.4. Ahumado mediante humo líquido

Varnam (1995), Menciona que existen humos líquidos para ser usados a diferentes temperaturas. Los extractos del humo se utilizan habitualmente atomizados y se insuflan en un ahumadero modificado junto con aire caliente.

Orna (2004), Menciona que la materia prima, previamente preparada, se sumerge en una solución de humo líquido.

2.4. El humo

Mohler (1988), Define que el humo es una mezcla de aire y gas en la que hay partículas dispersas de diverso tamaño, se establece un equilibrio entre las fases, dependientes de la temperatura de combustión y del tipo de leña, donde se ha estimado la proporción de fase gaseosa invisible en 10% de los componentes del humo, las partículas dispersas que son el 90% son las que confieren al mismo sus propiedades; además ejerce un efecto desinfectante y conservante como lo indica Flores (2002), pues muchos de sus componentes son microbicidas con acción antiséptica, y es una técnica tan antigua, el grado de calor, seca a las carnes por evaporación, disminuyendo la humedad en los productos.

2.4.1. Producción de humo

Flores (2002), Indica que generalmente el humo se obtiene quemando trozos de maderas preferiblemente duras, el humo de las maderas, en una acción combinada favorece la conservación de los alimentos por impregnación de sustancias químicas conservadores. Produciendo estos el calor durante el proceso de ahumado con la cocción posterior y la desecación superficial de las carnes.

2.4.2. Materiales para la combustión

MAPA (2006), indica que el material combustible, elemento productor de calor y de humo, la madera a usar debe ser de preferencia madera dura desmenuzada en forma de aserrín, viruta o leña dependiendo del tipo de ahumador que se utilice. Spanyol (1960), afirma que el aserrín a emplear debe tener aroma agradable, al que se le atribuyen propiedades antioxidantes para el organismo, lo cual va a permitir obtener productos de alta calidad.

IATA (2002), Indica que las mejores maderas utilizadas en el ahumado son las maderas duras no resinosas, ejemplo: aliso, roble, haya, abedul, algarrobo, laurel, cedro, no conviene utilizar maderas resinosas o ricas en otras sustancias que impregnen mal gusto y mal olor.

a. Coronta o Tuza del Maíz

PRODUCTORES INCA SAC-PERU (2008), menciona que la coronta o tuza del maíz es la parte importante de donde se extrae el pigmento (antocianina), libre de impurezas (libre de panca o chala, características de la planta) Cosechado en valles Interandinos a una altitud por arriba de los 2500 metros sobre el nivel del mar (andes peruanos), para obtener un producto altamente competitivo en los estándares de rendimiento por concentración de antocianina/Kg., ya que este producto es utilizado como insumo o materia prima en diferentes procesos y que le confiere un color dorado característico a los ahumados.

Fragoso (1998), dice que unos buenos generadores de Humo serían los henos y la coronta de maíz, ya que ellas no presentan sustancias resinosas, que le pueden dar un sabor amargo al producto, como normalmente tienen las maderas. Esto lo pudimos comprobar en la presente investigación. Se puede apreciar que el combustible vegetal más adecuado para obtener una mayor aceptación del ahumado, es la coronta de maíz.

b. Queñua

CONAF (2004), Menciona que el género botánico *Polypepsis* incluye aproximadamente 28 especies de pequeños

árboles y arbustos, comúnmente llamados queñua o queñual, pertenecientes a la familia *Rosaceae* y a la tribu *Sanguisorbeae* tiene una corteza rojiza laminada, hojas pequeñas, gruesas y cubiertas por resinas, flores pequeñas en racimos y un tronco retorcido son algunas de las características morfológicas, la polinización y dispersión de los frutos se realiza a través del viento, son árboles económicamente importantes, así mismo es una planta medicinal utilizada para curar enfermedades respiratorias y renales, también para la obtención de tintes para los tejidos.

2.4.3. Composición del humo

Flores (2002), Indica que los compuestos químicos encontrados en el humo que se obtiene durante el quemado de la madera es muy compleja, existen grupos fenólicos, aldehídos y los que son bacteriostáticos y bactericidas, los ácidos, bases orgánicas, cetonas, alcoholes hidroxilos, esterres, fenoles, cresol, creosota. y que ellos varían, según el tipo de madera, leña o aserrín utilizado.

IATA (2002), menciona que el humo que producen algunas maderas contienen pocos “alquitranes” o “resinas” como las del pino, siendo recomendadas maderas dulces, ricas en “ésteres” (sustancias sólidas o líquidas que resultan de la serie parafínica al combinarse un ácido con un alcohol) que son de olor agradable y efecto antibiótico por lo que son

esencias empleadas en perfumería, éstos se liberan al quemar las maderas se adhieren y penetran a los alimentos, proporcionándoles muy buen sabor y olor a la vez que los preserva de la descomposición.

2.4.4. Efecto del humo

IATA (2002), menciona que por acción de combustión de la madera, se desprenden sustancias químicas, que se impregnan en la superficie de los productos, y muchos penetran en el interior fijándose en la masa, contribuyendo en el sabor y olor a tufillo, afecta el color y grado de humedad. El humo actúa sobre la carne en base a sus componentes dependiendo del tiempo de exposición y temperatura.

2.4.5. Propiedades del humo

El humo presenta propiedades bactericidas, preservantes y conservadoras, como lo menciona MAPA (2006), debido a que contiene grupos fenólicos, ácidos orgánicos y aldehídos con efecto preservante en productos ahumados con efectos específicamente en la parte superficial, además inhibe el crecimiento de microorganismos en especial el formaldehído el cual tiene mayor poder bactericida y el alcohol metílico posee poder desinfectante; en tanto algunos fenoles tienen propiedades antioxidantes.

2.4.6. Beneficios de los componentes del humo sobre el producto ahumado.

a. Coloración

Mohler (1988), indica que el color conferido por el humo es debido primeramente a la sedimentación de sustancias colorantes se trata principalmente de productos volátiles del grupo de los fenoles, los cuales experimentan además unos oscurecimientos por polimerización u oxidación. La superficie absorbe también sustancias en forma de partículas procedentes de los carbohidratos. Las más importantes son el furfurool y sus derivados.

Dentro de los componentes del humo los fenoles, aldehídos aromáticos y cetonas son responsables del aroma, los responsables del color, son la creosota y los alquitranes como lo menciona Mohler (1988), los cuales contribuyen de manera decisiva a las características sensoriales típicas del ahumado en la conservación y formación del color.

Sin embargo, la causa principal de la coloración reside en las reacciones químicas de la superficie de los alimentos con las sustancias pertenecientes al grupo de los carbonilos. Estas reacciones se conocen en la química y tecnología de los alimentos con el nombre de pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard.

Stanby (1974), Indica que el típico color de los productos ahumados se debe a distintos factores:

- Deposición en el producto de algunos componentes del humo que poseen color.
- Sustancias generadas por oxidación y polimerización de compuestos presentes en el humo.
- Reacciones de pardeamiento no enzimático por acciones de algunos componentes del humo con grupos amino de las proteínas y aminoácidos de los productos. La intensidad de esta reacción depende de la concentración de las sustancias reactantes, de la temperatura, el contenido de humedad y de la acidez del producto.
- El método de generación de humo que determina su composición, además de la forma y condiciones de su aplicación.

b. Aromatización (Olor y Sabor)

Mohler (1988), indica que las proteínas son las sustancias que participan en primer término en esas reacciones, como ocurre en la coloración de los componentes del humo los que reaccionan primeramente son los carbonilos (metil glioxal, dioxiacetona, diacetilo, furfurool e hidroximetil furfurool). Después lo hacen los fenoles, particularmente la

hidroquinona, el pirogalol y las catequinas. Los ácidos se fijan fácilmente a las proteínas y por ello participan en el aroma.

Así mismo Stanby (1974), Indica que el olor y el sabor de los productos ahumados se deben mayormente a los componentes aromáticos ésteres” (sustancias sólidas o líquidas que resultan de la serie parafínica al combinarse un ácido con un alcohol que son de olor agradable, al quemar las maderas se adhieren y penetran proporcionándoles muy buen sabor y olor

Prandi (1997), menciona que los principales responsables del típico sabor a ahumado son unos compuestos de tipo fenólico, y una serie de ácidos carbónicos de cadena larga que reaccionan sobre las proteínas de la carne.

2.4.7. Cambios de la textura por el ahumado

Stanby (1974), Indica que algunos componentes del humo reaccionan con las proteínas superficiales, dando lugar a la formación de la corteza fina y estable, la textura dependerá de la cantidad de agua inicial del producto, el contenido de grasa y su distribución en el producto, así como otras reacciones con las proteínas.

2.4.8. Cambios en los productos sometidos a ahumados

2.4.8.1. Actividad de agua

Filsinger (2002), menciona que los valores más aceptables de a_w para este tipo de productos están por debajo de los valores mínimos para el crecimiento de bacterias patógenas, ya que se encuentran entre 0,90-0,88; en consecuencia el producto terminado debe ser refrigerado ó congelado para retardar el desarrollo de otros microorganismos que pueden crecer dentro de este rango de valores como son las levaduras osmofílicas y los hongos xerofílicos. Cuanto menores son los valores de a_w , menor es el contenido de humedad y mayor el contenido de cloruros, acompañados con cambios en el sabor y la textura del producto.

2.4.8.2. Humedad y pH.

Fennema (2000), menciona que la pérdida de humedad es entre el 25 y 40% en el ahumadero, lo cual se considera satisfactoria. Por el contrario, fuera de estos valores el producto puede quedar húmedo o demasiado seco y fuerte.

El cambio de pH afecta de modo adverso a la estabilidad de las proteínas.

2.4.8.3. El tejido muscular

Fennema (2000), indica que el calentamiento del tejido muscular ocasiona grandes cambios en su apariencia cambios que dependen de las condiciones de tiempo y temperatura impuestos a la alfa actinina que es la proteína muscular, más termolabil (insolubilizando en los animales de sangre caliente) a 50 °C la tripomiosina y triponina, que son las proteínas miofibrilares del músculo más termoestable, se insolubilizan a unos 80 °C, el calor inactiva algunas enzimas , en tanto que algunas sobreviven de 60 – 70 °C, y la mioglobina sufre una desnaturalización durante el calentamiento.

James (1978), Indica que el calentamiento solo tiene un efecto perjudicial moderado sobre el contenido vitamínico de la carne. La tiamina es sensible al calor y se destruye parcialmente durante el ahumado.

Además, Fennema (2000), indica que cuando el producto ha sido expuesto a un tiempo mayor que el necesario, el tejido muscular (filetes) presentarán un color marrón oscuro y opaco.

2.5. Deterioro de productos sometidos a ahumados

2.5.1. Acidez

Lawrie (1998), Menciona que desde los cambios químicos de las proteínas de la carne sometidas a calor hasta

80 °C, a medida que la temperatura aumenta de 0 – 80 °C se produce una pérdida de grupos ácidos libres de su capacidad de retención de agua, así como una elevación del pH.

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres, se determina mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material

Barbut (2005), Menciona que la acidificación debe ser lenta ya que la caída rápida del pH causa una desnaturalización masiva de la proteína del producto y hacerlo inaceptable.

2.5.2. Índice de peróxidos

Fennema (2000), Indica que los peróxidos son los principales productos Iniciales de la auto oxidación.

Pueden medirse mediante técnicas basadas en su capacidad de liberar yodo a partir del yoduro potásico (yodometría): $ROOH + 2KI$

O de oxidar los iones ferrosos a férricos (método de tío cianato): $ROOH + Fe$

El índice de peróxidos se suele definir en términos de mili equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa. Existen varias otras técnicas colorimétricas. Aunque puede utilizarse para seguir la formación de peróxidos en las etapas iniciales de la oxidación, el índice de peróxidos es un valor muy empírico.

Su exactitud es cuestionable y los resultados varían con el método específico usado y la temperatura a la prueba que se efectúe a lo largo del curso de la oxidación, el índice de peróxidos alcanza un valor máximo, después declina.

Se han hecho diversos intentos de correlacionar el índice de peróxidos con el desarrollo de sabores oxidativos a veces se han obtenido buenas correlaciones, pero otras no. Conviene señalar que la cantidad de oxígeno que debe absorberse, o de peróxidos que deben formarse para que el enranciamiento oxidativo pueda apreciarse, varía con la composición del aceite (las grasas más saturadas necesitan absorber menos oxígeno para enranciarse), en presencia de antioxidantes y metales traza, no tiene lugar la oxidación.

2.6. Vida útil de los productos ahumados

Stanby (1974), Indica que esta fue la primera razón que impulso este proceso, se atribuye a la presencia de sustancias en el humo con actividad antioxidante y antimicrobiana que retardan la rancidez del material graso e inhibe el crecimiento microbiano en los productos cárnicos. El efecto antioxidante depende de la naturaleza de los derivados fenólicos del humo y de su concentración.

.La presencia de formaldehídos, fenoles, etc. en el humo han demostrado efectiva actividad antimicrobiana, cierta

actividad fungicida y acción antiviral como lo menciona Moler (1988).

2.7. Valor nutritivo del ahumado

Según MAPA (2006), Indica que los ahumados de salmón tienen un alto nivel nutritivo, ya que no pierden su contenido vitamínico y enriquecen su contenido de sales minerales, haciéndolos por tanto, muy adecuados en la dieta de la población infantil y adolescente.

Díaz (2000), menciona valores del análisis comparativo en relación a la calidad nutritiva del ahumado referenciados a 100 gramos de materia prima.

Energía	140 kcal/100g
Proteínas	25.40 g/100g
Grasa	4.30 g/100g
Carbohidratos	0

MINERALES

Calcio	19.00 mg
Yodo	28.00 mg
Magnesio	32.00 mg
Selenio	32.40 ug
Sodio	1.88 mg

Potasio	420 mg
Zinc	0.40 mg
Hierro	0.60 mg

VITAMINAS

Vit D	19.00 ug
Vit A equiv. a retinol	15.00 ug
Niacina	13.70 mg
Acido fólico	2.00 ug
Vit B1	0.16 mg
Vit B2	0.17 mg
Vit B6	0.28 mg
Vit. B12	3.00 ug

Y a su vez contiene 19 aminoácidos.

2.8. Equipo de ahumado

Emison (2008), Menciona que un ahumador es un equipo que está compuesto por dos partes principales, la primera es la cámara de ahumado, donde se introducen los alimentos para que tengan contacto con el humo y la segunda es el hogar donde se quema la madera para la producción de humo.

2.8.1. Cámara de ahumado

Emison (2008), Indica que la cámara de ahumado es un recinto construido en acero inoxidable, alimentado por la salida de humos del hogar, que puede estar incorporado o no en la cámara, tiene una salida de humos en su parte superior y en su interior se introducen los alimentos a ahumar por la puerta habilitada para ello. Los alimentos normalmente se cuelgan en el interior de la cámara con diferentes accesorios. Las dimensiones de la cámara serán las adecuadas para contener la producción deseada.

La cámara de ahumado tiene accesorios para el control de tiro con el que se podrá controlar la temperatura de trabajo en su interior y posiblemente otros factores como el tiempo.

2.8.2. El hogar

Emison (2008), Indica que el hogar es un recinto cerrado con una puerta de fundición de hierro por donde se introduce la madera a quemar y con una salida para los humos hacia la cámara de ahumado.

El hogar se controlará mediante la entrada de aire con un ventilador para que la combustión se produzca en presencia mínima de aire, y que la cantidad de humo producida sea alta y la temperatura del mismo no sea excesivo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias; Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el proceso de ahumado se llevó a cabo en la planta de procesamiento de carnes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, así como la evaluación sensorial y el análisis químico en el laboratorio de suelos y pastos del INIA-Salcedo-Puno.

3.2. Materiales

Para la realización del trabajo de investigación se utilizaron diversos materiales los cuales se detallan a continuación:

3.2.1. Materia prima

Se utilizó como materia prima trucha arco iris adquirida de la Piscicultura de la Centro experimental Chucuito UNA-Puno, siendo fileteado de acuerdo al requerimiento de investigación. La carne de alpaca ha sido obtenido del emporio “El tauro” de la Asociación de Carniceros “BRISAS DEL LAGO” se realizó un pedido especial de carne de alpaca de 2 años de edad, en promedio de 20 Kg. de cada uno para el proceso de ahumado.

3.2.2. Equipos y materiales para el ahumado

- Equipo Ahumador de acero Inox.
- Sensores de temperatura tipo K (4)
- Tarjeta de adquisición de datos NIDAC(1)
- Computador Pentium 4
- Cronómetro (en el Ahumador)
- Mesa de acero inoxidable
- 2 Tablas de picar
- 3 Lavadores de acero inoxidable
- 2 Cuchillos
- 1 Cucharón
- Jarra medidora de agua de 2 litros
- Balanza de Reloj (0 – 15 Kg.)
- Balanza analítica digital
- 2 Baldes
- 4 Espetones

3.2.3. Insumos para el proceso de ahumado

- Hipoclorito de Sodio
- Sal Marina de 1 Kg (6 bolsas)
- Azúcar rubia 2 Kg
- Canela molida ¼ kg
- Pimienta picante ¼ kg
- Vinagre blanco 3 litros

- Coronta de maíz 10 arrobas
- Carbón de queñua 10 arrobas

3.2.4. Materiales de vidrio y porcelana

Se empleó los siguientes materiales:

- Navecilla de vidrio de 3ml.
- Matraces con cuello y tapón esmerilados, de 250 ml de capacidad.
- Buretas de 25 -50 ml graduadas de 1/10.
- Erlenmeyer de 250 ml con tapa esmerilada
- Vaso de precipitado.
- Placas petri de 50-100gr marca pirex
- Mortero de porcelana de 200-500gr
- Pinzas de aluminio.
- Crisoles de porcelana de 5gr
- Matraz Kitasato de 250 ml.

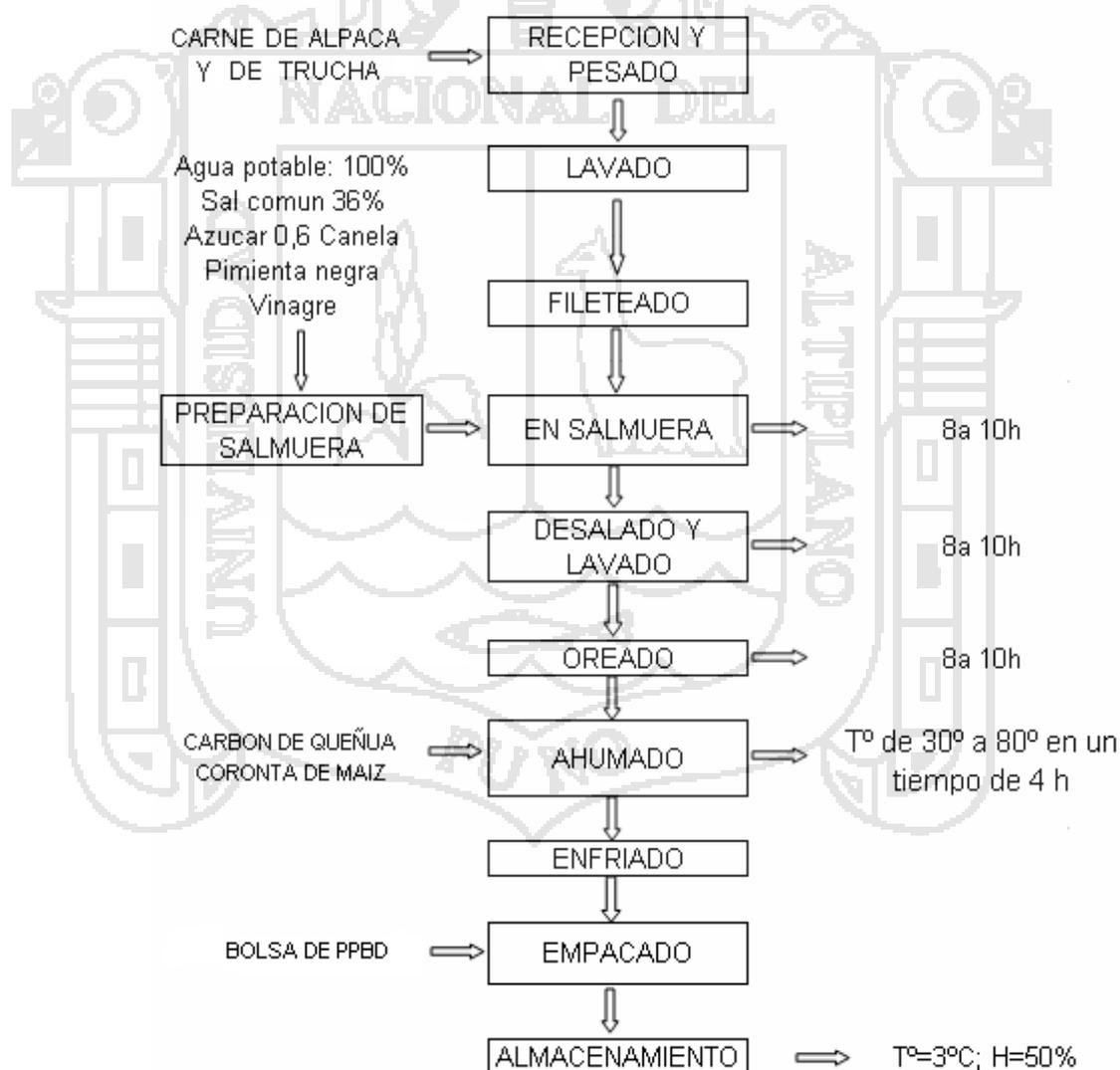
3.2.5. Reactivos de laboratorio

- Muestras de ahumado previamente triturados.
- Alcohol etílico o propílico a 95°C
- Solución indicadora de fenolftaleina al 1%.
- Solución a 0.1N de NaOH en agua.
- Solución de ácido acético – cloroformo 3:1.
- Solución de yoduro de potasio saturado
- Solución indicadora de almidón al 1%
- Solución de tío sulfato de sodio al 0.1N

3.3. Metodología experimental

La metodología del presente trabajo fue de acuerdo a la Figura 1, donde muestra las operaciones del proceso de ahumado para filetes de trucha y alpaca en caliente controlados en tiempo y temperatura en el equipo ahumador.

Figura 1: FLUJOGRAMA DE ELABORACION DE AHUMADO EN FRIO Y CALIENTE PARA FILETES DE TRUCHA Y ALPACA



3.3.1. Descripción del proceso experimental

a. Materia Prima. Se trabajó con carne de alpaca (lama pacos) encargada especialmente para la investigación del emporio “El Tauro” que trajo la carne libre de sarcosistiosis y otras impurezas, la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Fue adquirida del Centro Experimental Chucuito –UNA PUNO, se trabajó con 24 Kg de cada una de las carnes para todos los análisis respectivos. El proceso se muestra en el anexo 6.

b. Pesado y Recepción. En esta etapa, la trucha y carne de alpaca se pesaron en una balanza reloj, para conocer el peso inicial y obtener al final el rendimiento del producto.

c. Lavado. Se procedió al lavado con agua potable para eliminar escamas y otras partículas, posteriormente se eviscero la trucha y un nuevo lavado; La carne de alpaca también fue sometido a lavado con agua potable.

d. Fileteado. Se procedió a extraer la espina dorsal de la trucha sin quitar la cabeza, el espesor de cada filete fue de 1 cm. y con peso promedio de 250 gramos para facilitar el ahumado, el cual se realizó manualmente con cuchillo de acero inoxidable, una tabla de madera y un lavador. La carne de alpaca se fileteo a 1 cm de grosor y 120 g. aprox. de peso para

facilitar el ahumado y procesos posteriores.

e. La salmuera. Se preparó una solución saturada de salmuera con 360 g de sal/kg de agua, más azúcar 0.6%, canela molida 0.2%, pimienta negra picante 0.2%, para cada tipo de carne, donde se depositaron los filetes de trucha y alpaca por un tiempo de inmersión entre 8-10 horas, a temperatura ambiente.

f. Desalado y lavado. Los filetes previamente salados en salmuera, fueron sometidos a un enjuague con agua y sumergidos nuevamente en un lavador de acero inoxidable con bastante agua por un tiempo de 8-10 horas para eliminar el exceso de sal adherida a los filetes de trucha y alpaca, finalmente a los filetes obtenidos se les dio un enjuague en vinagre blanco como agente antiséptico y conservador.

g. Oreado. El proceso de oreado fue esencial para extraer parte de la humedad antes de proceder al ahumado final, los filetes fueron oreados por un tiempo de 8 a 10 horas en un colgador sujetado con ganchos, y se logró una rigidez en los filetes.

h. Ahumado. Inmediatamente cumplida la etapa de oreado, se usó cuatro filetes de trucha acondicionado con sensores de

temperatura para la lectura de las variaciones de la temperatura y colocados en espetones individuales. El mismo proceso se realizó para los filetes de alpaca.

Para el ahumado, se emplearon troncos de queñua las que se quemaron para obtener carbón, utilizando para el encendido alcohol y un fosforo con el que se suministró calor al equipo ahumador en la etapa de ahumado en frio, llegando a temperaturas de 40°C en un tiempo de 30 min y finalmente para el ahumado en caliente se empleó coronta de maíz con la que se mantuvo el calor del medio llegando a una temperatura de 82°C en 120 min y se estimuló la formación de humo blanco dentro del recinto ahumador, la que le confirió el color dorado optimo, el ahumado se realizó por un tiempo que oscila entre 1 y 4 horas, en toda esta etapa se controló el tiempo con un cronometro cada 30 minutos y la temperatura mediante la tarjeta de adquisición de datos con los sensores, los cuales nos reportaron datos que nos permitió el seguimiento del comportamiento de la temperatura en el centro de los filetes y el tiempo de ahumado. Se realizó el mismo procedimiento para el ahumado de filetes de alpaca. Dichos reportes se encuentran en el anexo 2 cuadro 17.

i. **Enfriado.** El producto ahumado, se enfrió a temperatura del medio ambiente hasta una temperatura de 10 °C.

Enfriado el producto, se determinó el rendimiento mediante la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{Peso después de ahumar}}{\text{Peso sin ahumar}} \times 100$$

j. **Empacado.** Los filetes de trucha, se empacaron al vacío en envases de PPBD a razón de una unidad, para evaluar posteriormente su aceptabilidad sensorial.

k. **Almacenamiento.** Los filetes ahumados obtenidos, se almacenaron a 6 °C por el tiempo que duraron las evaluaciones sensoriales.

3.4. Métodos de análisis

Los métodos de análisis de laboratorio para la acidez, Índice de peróxidos y humedad se realizaron de acuerdo a la AOAC (1994-1999), se usaron muestras previamente ahumadas tanto en filetes de trucha y alpaca.

3.4.1. Determinación del índice de acidez titulable

Se realizó por el método de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1994).

Primeramente la muestra sólida se molió en un mortero de porcelana, se pesó 4 gr. de muestra, en el cual se diluye en una solución de 40 ml. de agua destilada libre de CO₂, en un vaso de 250 ml, luego se centrifuga por 10 min. a 9500 rpm. Después de centrifugada la muestra se llevó el líquido sobrenadante a una fiola de 100 ml. se enrasa y se tomó una alícuota de 25 ml. en un erlenmeyer de 200 ml. se agregó de 2 a 3 gotas de fenolftaleína y se realizó la titulación con NOH a 0.04875 N.

Para el porcentaje de acidez titulable se aplicó la siguiente formula:

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{V \times N \times E \times 100}{M}$$

Donde:

- V = Volumen de NaOH gastado en titulación
- N = Normalidad de 0.04875 NaOH
- E = Miliequivalente (Factor = 0.049 de ácido sulfúrico)
- M = Gramos de muestra, contenida en alícuota
- Alícuota x P/100 = 1gr
- P = Peso de la muestra sólida
- 100 = Factor de conversión a %.

3.4.2. Determinación del índice de peróxidos (AOAC 1994)

3.4.2.1 Procedimiento

La muestra se tomó y almaceno protegido de la luz, y se mantuvo refrigerada dentro de envases de vidrio totalmente llenos y herméticamente cerrados con tapones de vidrio esmerilado.

El ensayo se realizó con luz natural difusa.

Se pesó en un matraz erlenmeyer, una cantidad de 5 g de muestra en función del índice de peróxidos con arreglo al cuadro siguiente:

Cuadro 2, Patrón de medición del Índice de peróxidos

Índice de peróxidos que se supone (meq de O ₂ /Kg)	Peso de la muestra problema (g)
De 0 a 12	De 5.0 a 2.0
De 12 a 20	De 2.0 a 1.2
De 20 a 30	De 1.2 a 0.8
De 30 a 50	De 0.8 a 0.5
De 50 a 90	De 0.5 a 0.3

Fuente: AOAC 1994

Se añadió 10 ml de cloroformo.

Se disolvió rápidamente la muestra problema mediante agitación

Se añadió 15 ml de ácido acético y 1 ml de solución de yoduro de potasio saturada.

Se cerró rápidamente el matraz, se agito durante 1 minuto y se mantuvo en la oscuridad durante 5 minutos exactamente, a una temperatura comprendida entre 15 y 25 °C.

Se añadió 30 ml. de yodo liberado previamente valorado con la solución de tiosulfato sódico 0,01 N hasta la desaparición del color amarillo.

Se añadió 30 ml. de agua destilada, adicionando 1 ml. de solución de almidón al 1%. se continuó su valoración hasta que desaparezca el color azul.

Se agitó vigorosamente el matraz cerca del punto final y se observó.

El procedimiento se repitió cuatro veces, desechando el valor de la 1^{ra} titulación.

Antes de analizar la muestra se estandarizo el tío sulfato con el siguiente procedimiento.

3.4.2.2. Preparación y valoración de tiosulfato

sódico 0,01n (0,05 mol/l).

Preparación

Se amaso exáctamente 0,790 g. de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Se transfirió a un matraz aforado de 1L.

Valoración

Se amaso exactamente 0,006 gramos de Dicromato de Potasio en balanza analítica

Se transfirió a un erlenmeyer con tapón esmerilado

Se añadió 25 ml de agua, 2 gramos de Yoduro de Potasio disueltos en 15 ml de Agua y 1,4 ml de ácido clorhídrico al 35%, Se tapó y dejó en reposo durante 5 minutos en la oscuridad.

Se añadió 50 ml. de agua.

Se tituló con el Tiosulfato de sodio añadiendo hacia el final de la valoración 2 ml. de Almidón con una solución al 1%. Prosiguió la titulación hasta que el color violeta oscuro cambie a verde.

Se calculó la normalidad como el promedio de dos titulaciones que no difieran en más de 0,2 ml.

Cálculo Normalidad

$$N = \frac{40 \times 79 \times A}{B}$$

Dónde: A = gramos de dicromato de potasio

B = ml consumidos de tiosulfato de sodio

Preparación solución de almidón al 10%

Se pesó exactamente de 10 gr de almidón de maíz.

Se Disolvió con agua caliente en un erlenmeyer, hasta completar 100 ml.

3.4.2.3. Resultados

El índice de peróxidos (IP), expresado en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IP = \frac{(V_M - V_B) \times N \times 100}{P}$$

Siendo:

V_M : Volumen de solución valorada de tiosulfato sódico empleados en la muestra.

V_B : Volumen de solución valorada de tiosulfato sódico empleados en el blanco.

N : normalidad exacta de la solución de tiosulfato sódico empleada

P : masa en gramos de la muestra problema.

El resultado será la media aritmética de las cuatro determinaciones efectuadas.

3.4.3. Determinación de la humedad AOAC (1994).

Se pesó 5 gramos de muestra en una capsula de porcelana (Crisol).

Se colocó en una estufa a 40°C por 24 horas, hasta obtener el peso constante, se usó capsulas de porcelana de 50 mm de diámetro.

Finalmente se retiró la muestra de la estufa, se dejó enfriar en un desecador luego se pesó el % de humedad.

Se calculó bajo la siguiente expresión:

$$\%H = \frac{A - B}{A - C} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la capsula más la muestra húmeda en gr.

B = Peso de la capsula más la muestra seca en gr.

C = Peso de la capsula vacía en gr.

100 = Factor de conversión a %

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Objetivo 1.

Los resultados de la temperatura media en el centro de los filetes de trucha y alpaca fueron sometidos a análisis de varianza bajo un diseño factorial $2 \times 8 \times 3$, es decir 16 tratamientos, 3 réplicas con un total de 48 observaciones, se efectuaron pruebas de comparaciones múltiples para comparar las temperaturas alcanzadas en el centro del producto, a un nivel de confianza del 95%, considerando para ello lo siguiente:

a. Factores en estudio

Filetes:

Filetes de Alpaca

Filetes de Trucha

Tiempo de ahumado:

B1 T1 = 30 min.

B2 T2 = 60 min.

B3 T3 = 90 min.

B4 T4 = 120 min.

B5 T5 = 150 min.

B6 T6 = 180 min.

B7 T7 = 210 min.

B8 T8 = 240 min.

b. Variables de respuesta

Temperatura media en el centro del producto (°C)

3.5.2. Objetivo 2.

Se empleó un diseño factorial 2 x 4 x 4, obteniéndose 8 tratamientos con 32 observaciones, se efectuaron comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento, considerando un nivel de confiabilidad del 95%, considerando lo siguiente:

c. Factores en estudio

Filetes:

a₁ Filetes de Alpaca

a₂ Filetes de Trucha

Tiempo de ahumado:

b₁ = 60 min

b₂ = 120 min

b₃ = 180 min

b₄ = 240 min

d. Variables de respuesta

Humedad (%)

Acidez (%) (expresado en ácido sulfúrico)

Índice de peróxidos (meq/kg)

3.5.3. Objetivo 3.

Los resultados de las evaluaciones de Características Organolépticas de los filetes de trucha y alpaca ahumada, fueron evaluados haciendo uso de la cartilla de puntuaciones propuesta por MAPA (2006); para determinar la calidad de un producto ahumado efectuándose un Análisis de Varianza de 1 solo factor, bajo un DCA, efectuándose comparaciones múltiples de Duncan para determinar el ahumado con mayor y mejor atributo sensorial; considerando:

Factor en estudio:

- Filete ahumado de trucha
- Filete ahumado de alpaca

Variables de respuesta:

- Textura:
 - Color
 - Sabor
 - Olor

Para la evaluación sensorial se utilizó la Cartilla de puntuaciones que se menciona en el anexo 4.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la temperatura de ahumado para los filetes de trucha y alpaca

En el Anexo 1, cuadros 13 y 14 se presentan los resultados de los valores de temperatura alcanzada en el centro de los filetes de trucha y alpaca ahumada en función al tiempo, y en el Cuadro 15 su análisis de varianza donde se observa que la temperatura alcanzada en los filetes es estadísticamente significativo entre sí, determinándose el mismo efecto para los tiempos de ahumado y no así para la interacción AxB. En el Cuadro 3 de comparaciones múltiples de Duncan se determinó las diferencias estadísticas en temperaturas en el centro medio de los filetes siendo 76,56 °C para el filete de trucha ahumada y 59,72 para el filete de alpaca ahumada; y en el Cuadro 4 de comparaciones múltiples para tiempos de ahumado se observa el 85,43 °C a 240 min. seguido de 210, 180, 150, 120, y 90 minutos, con 78,23, 75,75°C, 75,59°C, 73,00°C, 61,45°C, respectivamente, en los que no se evidenció diferencias estadísticas significativas, a diferencia de 60 y 30min, para los que se determinó 51,05°C y 44,62°C respectivamente.

En el Gráfico 5 y 6 en el anexo 5, se observa que se alcanza 82°C de temperatura en 120 minutos para el filete de trucha y en la figura 4 en filetes de alpaca se observa que se alcanza 72°C en 150

minutos, al respecto la NTP 204.004-2.1.1.2 publica que el ahumado de pescado en caliente debe alcanzar hasta 80 °C durante 130 minutos, nuestros resultados son de alguna manera concordantes con la respectiva norma, por su parte MAPA (2006), asevera que el ahumado en caliente para algunos pescados debe ser de 50 a 80 °C, lo que corrobora nuestros resultados respecto a la trucha. Para el caso de carne de alpaca, Torres (2006), refiere que la temperatura de ahumado en caliente es de 82 °C para filetes de alpaca de espesor de 1 cm por un periodo de 270 minutos, los resultados obtenidos en la presente investigación fueron de 72°C en un tiempo de 150 minutos, la diferencia en el tiempo de ahumado puede ser debido al tipo de ahumador utilizado en la investigación de la referencia y el nuestro.

CUADRO 3, Comparaciones múltiples de DUNCAN para temperatura media en el centro de los filetes de trucha y alpaca ahumada

Especie	Observaciones	Promedio °C	Significancia
Alpaca	24	59,7258	b
Trucha	24	76,565	a

CUADRO 4, Comparaciones múltiples de DUNCAN para la temperatura media para los tiempos de ahumado de los filetes de trucha y alpaca

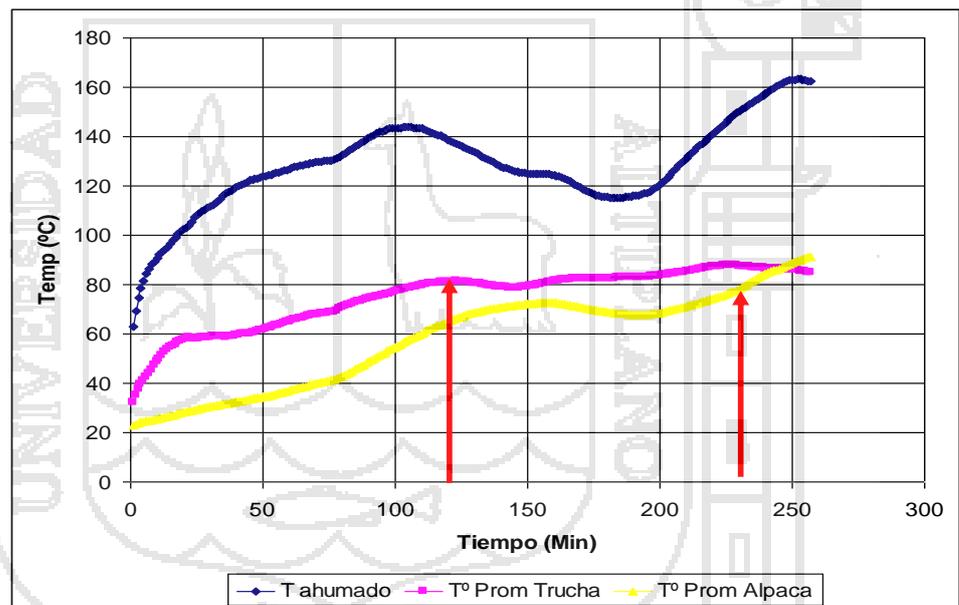
Tiempo (min)	Observaciones	Promedio	significancia
30	6	44,6253	c
60	6	51,0598	c
90	6	61,4539	cb
120	6	73,0043	ba
150	6	75,5965	ba
180	6	75,7542	ba
210	6	78,236	ba
240	6	85,4331	a

4.1.1. Resultados de la comparación de la temperatura y tiempo de ahumado para los filetes de trucha y alpaca.

En el Anexo 2, cuadro N°17 se presentan los resultados globales del registro de temperatura en el interior del ahumador y en la superficie de los filetes de trucha y en otro batch los filetes de alpaca en función al tiempo de ahumado, en el Gráfico 1 se presenta la variación de la temperatura de ahumado hasta los 240 minutos, donde se observa que la

temperatura de ahumado 80°C (según la NTP 204.004-2.1.1.2) alcanzada por los filetes de trucha fue a los 112 minutos y para los filetes de alpaca fue a los 233 minutos. Asimismo se presenta la variación de la temperatura en el equipo ahumador, esta variación de temperatura y tiempo probablemente sea debido al tipo de fibra muscular, y la edad del animal.

GRÁFICO Nº 1 Temperatura de alcanzada durante el proceso de ahumado en los filetes de trucha y alpaca.



4.2. Resultados de la humedad, índice de peróxidos y acidez de los filetes durante el proceso de ahumado

4.2.1. Resultados de la humedad de los filetes de trucha y alpaca durante el proceso ahumado.

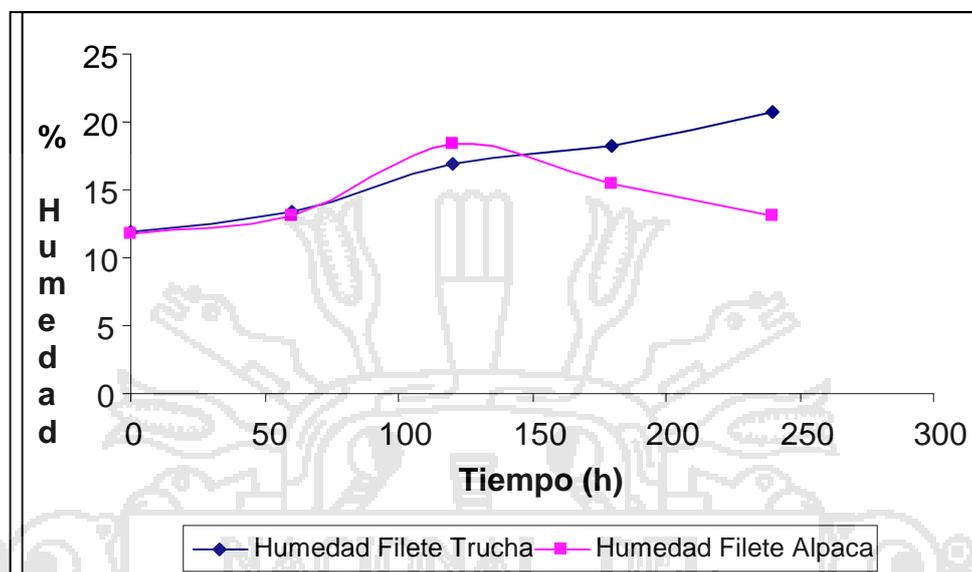
En el Anexo 3 cuadros 18 y 19 se presentan los resultados de los valores de la humedad (%) de los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado en función al tiempo; donde podemos observar que la humedad de los filetes de trucha aumentaron a medida que incrementaba el tiempo de ahumado, y la humedad de los filetes de alpaca tienden a bajar en el tiempo, como se observa en el Gráfico 2.

El análisis de varianza para la humedad del producto durante el ahumado se presentan en el Anexo 3, cuadro 20 y 21 en donde se determinó diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza entre los filetes de trucha y alpaca y tiempos de ahumado así como para las interacciones de Filetes (A) x Tiempo (B), determinándose una humedad promedio de 16,158, asimismo para la trucha se determinó una humedad promedio de $17,295 \pm 0,731$, dentro de los límites de confianza de 15,786% a 18,803% de humedad, y para los filetes de alpaca $15,021 \pm 0,731$ entre los niveles de confianza de 13,51% a 16,53% de humedad respectivamente como se observa en el cuadro 22, y en el cuadro 21 de comparaciones múltiples de Duncan.

Para los tiempos de ahumado, se determinaron diferencias significativas entre los filetes ahumados a 60 minutos comparativamente frente a los filetes ahumados a 180, 240, y 120 minutos respectivamente. Similar efecto se observó en el punto exacto del ahumado, que está dado por la pérdida de humedad, la penetración del humo y la coloración adquirida por el producto.

Entre un 25 y 40% de pérdida de humedad, en el ahumadero se considera satisfactorio, por el contrario fuera de estos valores el producto puede quedar húmedo o demasiado seco y fuerte. La penetración del humo también está dada por el espesor de los filetes utilizados, Alvites (2004). afirma que en los filetes de Pota de 1cm de espesor, a temperaturas promedio de 86.87°C reportaron una pérdida de 60%; de humedad que correspondió a 19,66 Kg. obteniéndose un rendimiento de 13,311Kg. (33,091) por ciento.

GRÁFICO N° 2 Resultados de humedad durante el proceso de ahumado



CUADRO 5, Comparaciones múltiples de DUNCAN para la humedad en los filetes ahumados de trucha y alpaca

Especie	Observaciones	Promedio	Significancia
alpaca	16	15,0206	b
trucha	16	17,295	a

FUENTE ELABORACION PROPIA

CUADRO 6, Comparaciones múltiples de DUNCAN para el tiempo de ahumado de los filetes ahumados de trucha y alpaca

Tiempo (min)	Obs	Promedio	Sig
60	8	13,2512	b
180	8	16,8013	a
240	8	16,9425	a
120	8	17,6362	a

FUENTE ELABORACION PROPIA

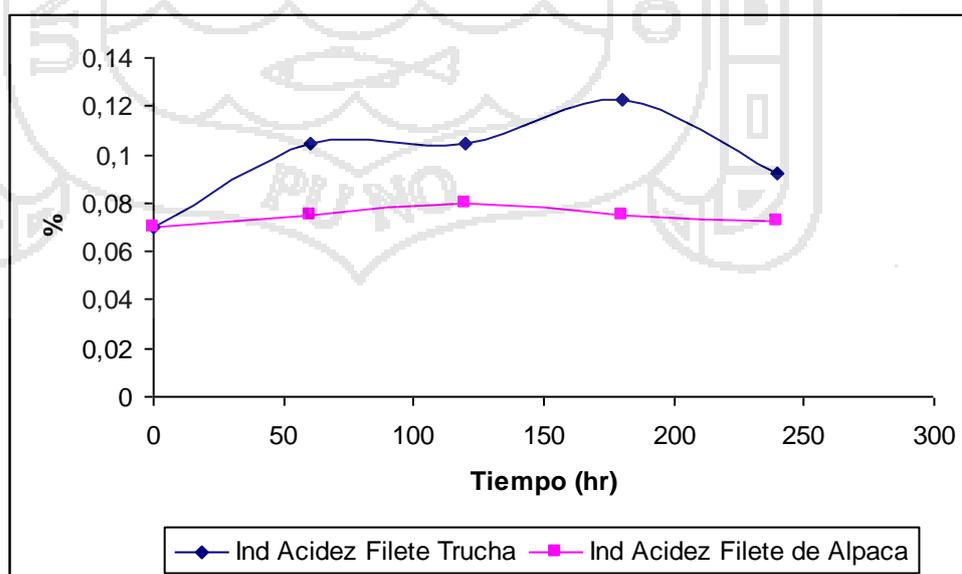
4.2.2 Resultados del índice de acidez (%) de los filetes de trucha y alpaca durante el proceso de ahumado

En el Gráfico 3 y el Anexo 3 cuadro 18 se presenta el resultado de los valores del índice de acidez (%), y en el anexo 8 se muestra los reportes del análisis de índice de acidez realizado por el laboratorio del INIA-Puno, de los filetes de trucha durante el ahumado en función al tiempo; donde podemos observar que el índice de acidez (%) expresado en ácido sulfúrico de los filetes de trucha se incrementa a medida que transcurre el tiempo de ahumado, al respecto Lawriell (1998), afirma que los cambios químicos de las proteínas de la carne sometidas a calor hasta 80°C a medida que la

temperatura aumenta, se produce una pérdida de grupos ácidos, así como una elevación del pH.

Para el caso de los filetes de alpaca ahumado los resultados se observan en el Gráfico 3, el Anexo 3, cuadro 19 donde se presenta el resultado de los valores del índice de acidez (%), expresado en ácido sulfúrico de los filetes de alpaca, este se incrementa de 0.07% hasta 0.08, a los 120 minutos, luego se observa la tendencia a disminuir hasta 0.0725 a 240 minutos esta variación esta corroborada por Barbut (2005), quien afirma que la acidificación debe ser lenta, ya que la caída rápida del pH causa una desnaturalización masiva de la proteína del producto y en algunos casos lo hace inaceptable.

GRÁFICO Nº 3 Resultados del índice de acidez (%) durante el proceso de ahumado



El análisis de varianza para la acidez de los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado se presenta en el Anexo 3, cuadro 23 determinándose diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza entre los filetes ahumados de trucha y alpaca. En tanto para los tiempos de ahumado y las interacciones de filetes (A) X Tiempo (B) no resultaron significativas, lo cual nos da a entender que no tienen efecto sobre el comportamiento de la acidez del producto. Se determinó una acidez promedio de 0,10625%, para la trucha y 0,075625% para el filete de alpaca como se observa en el cuadro 7 y Anexo 3, cuadro 24 de comparaciones múltiples de Duncan.

CUADRO Nº 7 Comparaciones múltiples de DUNCAN para la acidez de los filetes de trucha y alpaca ahumada

Especie	Obs.	Promedio	Sig
Alpaca	16	0,075625	b
Trucha	16	0,10625	a

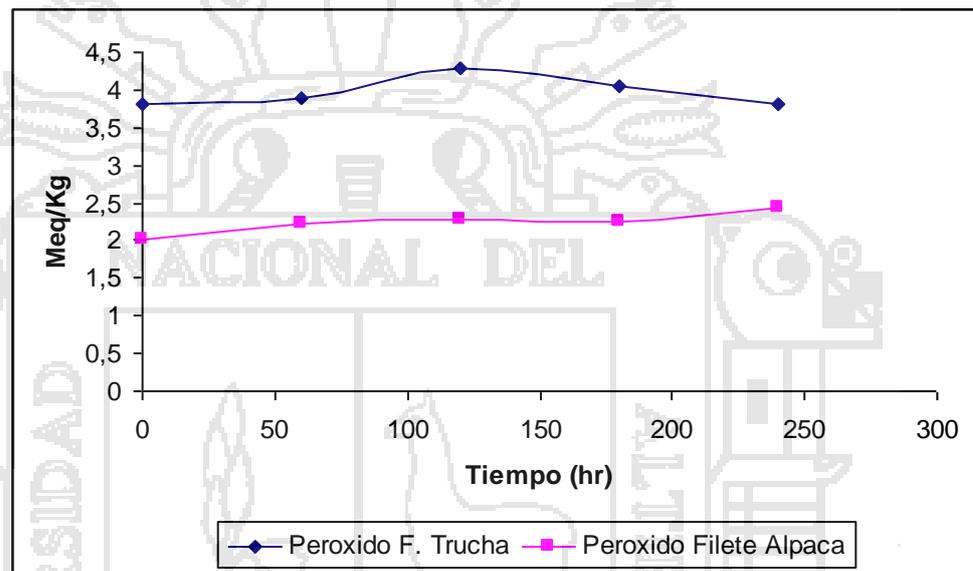
4.2.3. Resultados del índice de peróxido (meq/kg) de los filetes de trucha y alpaca durante el proceso de ahumado.

Los datos de los resultados de peróxidos se encuentra en el anexo 3 cuadros 18 para trucha, así también en el Gráfico 4 donde se observa que los filetes de trucha presenta una mínima variación en el índice de peróxidos (meq/kg), aun así según FAO-OMS (1998) afirma que el valor recomendado es de 10 meq/kg de grasa siendo este el nivel limite, a partir del cual el producto inicia las reacciones de autooxidación y comienza a perder la calidad. Esto nos indica que en el proceso de ahumado no se ha degradado la grasa de la trucha, al respecto Fennema (2000), publica que la formación de peróxidos varia con la composición de la grasa, así en el caso de grasa saturada necesitan absorber menos oxígeno para enranciarse.

Los resultados de peróxidos en la carne de alpaca se encuentra en el anexo 3 cuadros 19, así también en el Gráfico 4 donde se observa que los filetes de carne de alpaca, muestran un incremento a los 120 minutos llegando a 2.282 meq/kg de grasa, luego tiende a bajar aparentemente, debido al parecer al incremento de los fenoles, y aldehídos y otros componentes del humo como lo asevera IATA (2002), que en el proceso de ahumado se liberan esteres de las maderas que se

quemar , estas penetran a los alimentos y le confieren buen olor sabor y los preservan de la descomposición, y algunos fenoles que tienen propiedades antioxidantes.

GRÁFICO 4, Resultados del índice de peróxidos durante el proceso de ahumado



El análisis de varianza para el índice de peróxidos (meq/kg) en los filetes de trucha y alpaca durante el ahumado se presenta en el Anexo 3, cuadro 26 determinándose diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza entre los filetes ahumados de trucha y alpaca. En tanto para los tiempos de ahumado y las interacciones de filetes (A) X Tiempo (B) no resultaron significativas, lo cual nos da a entender que no tienen efecto sobre el comportamiento del índice de peróxidos. Se determinó un índice de peróxidos

promedio para la trucha de 4,00 meq/kg y 2,29 para los filetes de alpaca. En el cuadro 8 se observa que el índice de peróxidos entre los filetes de trucha y alpaca difieren entre si, debido a la composición de la grasa, y tipo de musculo de los filetes.

CUADRO 8, Comparaciones múltiples de DUNCAN para el índice de peróxidos (meq/kg) de los filetes de trucha y alpaca ahumada

Especie	Obs.	Promedio	Sig
Alpaca	16	2,296	B
Trucha	16	4,005	A

4.3. Resultados de los atributos sensoriales de filetes de trucha y alpaca ahumado

Para la evaluación sensorial se ha utilizado 12 panelistas semientrenados (estudiantes y egresados de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA Puno) utilizando una cartilla según MAPA (2006), que se encuentra en el anexo 4 cuadro 27;

4.3.1. Textura de los filetes de trucha y alpaca

Para la evaluación estadística de la textura se ha utilizado el ANVA que se encuentra en el Anexo 4, cuadro 29

respecto a la textura donde se observa que existen diferencias significativas estadísticamente entre especies, de acuerdo al cuadro 9 de comparaciones de Duncan se observa que los Filetes de trucha han obtenido un puntaje máximo de 3 que implica un textura firme, mientras que el filete de alpaca obtuvo un puntaje de 2.58, ligeramente menor a la firmeza de la textura del filete de trucha, según Stanby (1974), asevera que algunos componentes del humo reaccionan con las proteínas superficiales dando lugar a la formación de la corteza fina y estable. Esta sensación ha influido en determinar un puntaje máximo en la textura del filete de trucha y de alpaca.

CUADRO 9, Comparaciones múltiples de DUNCAN de textura entre los filetes de trucha y alpaca

<i>Especie</i>	<i>Obs.</i>	<i>Promedio</i>	<i>Sig</i>
Filete de alpaca	12	2,58333	b
Filete de trucha	12	3,0	a

4.3.2. Color de los filetes de trucha y alpaca

La calificación sensorial del color se ha medido estadísticamente usando el ANVA que se encuentra en el Anexo 4, cuadro 30 respecto al color donde se observa que diferencias significativas estadísticamente entre especies, de

acuerdo al cuadro 9 de comparaciones Múltiples de Duncan se observa que los Filetes de trucha han obtenido un puntaje máximo de 3, que implica color brillante sin exudación alguna, mientras que el filete de alpaca obtuvo un puntaje de 2.66, ligeramente menor en la valoración del color respecto al filete de trucha, de acuerdo a Mohler (1988), indica que los responsables del color en productos ahumados son la creosota y los alquitranes los que contribuyen de manera decisiva a las características sensoriales del típico ahumado, asimismo Stanby (1974) asevera que el típico color de los productos ahumados se debe a sustancias generadas por oxidación y polimerización de compuestos presentes en el humo, las reacciones de pardeamiento no enzimáticos con grupos aminos de las proteínas y aminoácidos. Estos son los responsables del color en el filete ahumado de trucha y de alpaca.

CUADRO 10, Comparaciones múltiples de DUNCAN de color entre los filetes de trucha y alpaca

<i>Especie</i>	<i>Obs.</i>	<i>Promedio</i>	<i>Sig</i>
Filete de alpaca	12	2,66667	b
Filete de trucha	12	3,0	a

4.3.3. Sabor de los filetes de trucha y alpaca

La evaluación organoléptica del sabor se ha evaluado mediante el ANVA cuyos resultados se encuentran en el anexo 4 cuadro 31 respecto al sabor, demostrando que estadísticamente existen diferencias significativas entre especies, de acuerdo al cuadro 11 de comparaciones Múltiples de Duncan se tiene como resultado que los Filetes de trucha han obtenido un puntaje de 2.83, que implica tendencia a que el sabor es muy agradable jugoso, sabor característico, por su parte el filete de alpaca obtuvo un puntaje de 2.41, cuya tendencia es a bueno ligeramente seco, siendo menor con respecto a la calificación del filete de trucha, según Stanby (1974), indica que el olor y sabor de los productos ahumados se deben a los componentes aromáticos y esteroides que al quemar las maderas se adhieren y penetran proporcionándoles muy buen sabor, por su parte Prandi (1997), menciona que los principales responsable del sabor a ahumado son unos compuestos de tipo fenólico y una serie de ácidos carbónicos de cadena larga que reaccionan sobre las proteínas de la carne. Estos factores son los responsables del sabor a la hora de la evaluación sensorial.

CUADRO 11, Comparaciones múltiples de DUNCAN de sabor entre los filetes de trucha y alpaca

<i>Especie</i>	<i>Obs.</i>	<i>Promedio</i>	<i>Sig</i>
Filete de alpaca	12	2,41667	b
Filete de trucha	12	2,83333	a

4.3.4. Valoración sensorial del olor de los filetes de trucha y alpaca

La valoración sensorial del olor sabor se ha estimado mediante el ANVA cuyos resultados se encuentran en el anexo 4 cuadro 32 respecto al olor, demostrando que estadísticamente existen diferencias significativas entre especies, de acuerdo al cuadro 12 de comparaciones Múltiples de Duncan se tiene como resultado que los Filetes de trucha han obtenido un puntaje de 3, que significa, agradable a humo, para los filetes de alpaca calificaron un puntaje promedio de 2.66, con una tendencia agradable, ligeramente a humo, siendo relativamente menor a la puntuación del filete de trucha, de acuerdo a Mohler (1988) nos indica que los componentes del humo los fenoles, aldehídos aromáticos y cetonas son responsables del olor, asevera también que particularmente la

hidroquinona el pirogalol y la catequinas; dichos ácidos se fijan fácilmente a las proteínas y por ello participan en el olor.

Estos compuestos propios de la carne y del humo son los responsables del buen olor en los filetes en estudio.

CUADRO 12, Comparaciones múltiples de DUNCAN de olor entre los filetes de trucha y alpaca

Especie	Obs.	Promedio	Sig
Filete de alpaca	12	2,66667	b
Filete de trucha	12	3,0	a

4.4. Características técnicas del equipo ahumador

4.4.1 Esquema del ahumador

El ahumador está compuesto por dos partes principales, la primera es la cámara de ahumado, donde se introducen los alimentos para que tengan contacto con el humo y la segunda es el hogar donde se quema la madera para la producción de humo.

4.4.2. Cámara de ahumado

La cámara de ahumado es un recinto construido en acero inoxidable, alimentado por la salida de humos del hogar, que está incorporado en la cámara. La cámara tiene una salida de humos en su parte superior y en su interior se

introducen los alimentos a ahumar por la puerta habilitada para ello. Los alimentos normalmente se cuelgan en el interior de la cámara con diferentes accesorios en nuestro caso utilizamos una rejilla y espetones donde se colgaron los filetes de trucha y alpaca pero se puede disponer de bandejas. Las dimensiones de la cámara son las adecuadas para contener la producción deseada.

La cámara de ahumado tiene un registro para el control de tiro con el que se podrá controlar la temperatura de trabajo en su interior.

4.4.3. El hogar

El hogar es un recinto cerrado con una puerta de hierro fundido por donde se introduce la madera a quemar y con una salida mediante tubos para los humos hacia la cámara de ahumado.

El hogar se controla con una resistencia que cuenta al costado y acoplado de dos ventiladores que permiten la entrada de aire para que la combustión se produzca en presencia mínima de aire, para que la cantidad de humo producida sea alta y la temperatura del mismo sea o no excesiva y se pueda controlar

4.4.4. Funcionamiento

La madera a quemar o el carbón se introduce en el hogar, donde se controla la combustión con una presencia mínima de aire. El humo producido se introduce por convección natural en la cámara de ahumado, donde tiene contacto con los alimentos a ahumar, que se encuentran colgados en su interior. La temperatura de la cámara se controló con un pirómetro. El humo en la cámara se extrae por la chimenea y los alimentos, una vez terminado el proceso, se extraen por la misma puerta de entrada.

4.4.5. Construcción

Presentamos un atractivo equipo construido con acero inoxidable, empleado en la estructura del horno lamina de tipo angular de 1", la unión de las laminas de acero inoxidable es mediante el remachado para su mejor conservación, y la fibra de vidrio que fue colocada como aislante de baja masa térmica y gran poder calorífico entre las dos capas de acero inoxidable y latón, cuidadosamente dispuestas en estratos a fin de reducir las pérdidas de calor, para la puerta se empleo una empaquetadura de goma térmica colocada en ambos contornos de la puerta para la hermeticidad con un tratamiento especial anticorrosivo, la estructura de la puerta se diseño completamente en acero inoxidable.

4.4.6. Especificaciones técnicas del diseño

Las especificaciones técnicas del diseño se encuentran en el plano del equipo, el que se muestra en el anexo 7.



V. CONCLUSIONES

Luego de haber culminado la investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

La temperatura de ahumado de filetes de trucha fue de 82 °C y en un tiempo de 120 minutos, para los filetes de alpaca 72 °C y en un tiempo de 150 minutos.

En los filetes de trucha con el proceso de ahumado se determinaron 0,106% y 0,075% de acidez, para el índices de peróxidos se alcanzaron 4,00 meq/kg y 2.29 meq/kg para el filete de trucha y alpaca respectivamente, estos resultados se encuentran dentro de los valores permisibles por lo tanto mantienen su calidad en el periodo de la investigación.

Los atributos sensoriales de textura olor, sabor y color alcanzaron una sumatoria promedio de 11,833 para trucha 10,333 para alpaca siendo catalogados como excelente sensorialmente.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Estudiar la conductividad y difusividad térmica en el proceso de ahumado de trucha y alpaca y otras especies.
- ❖ Realizar estudios de valoración y cuantificación del deterioro del contenido de grasa para productos ahumados en frío y en caliente.
- ❖ Realizar estudios de vida útil en productos ahumados de trucha y alpaca para garantizar la calidad de sus atributos sensoriales y del valor nutricional.
- ❖ Se recomienda aplicar la presente de investigación en otros tipos de carnes, y comparar los resultados.

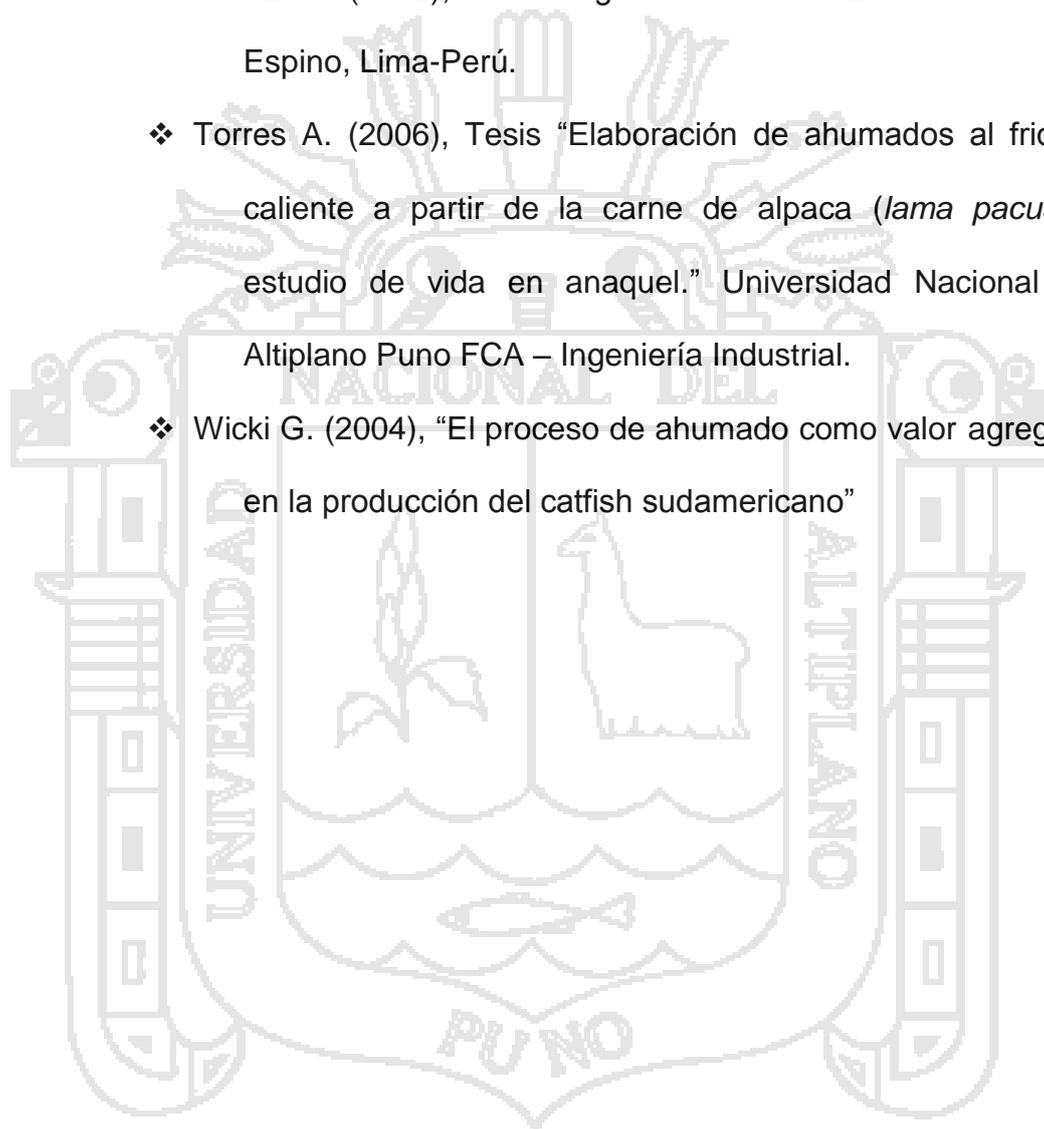
VII. BIBLIOGRAFIA

- ❖ Association of Oficial Anatycal Chemists (AOAC) (1994). Oficial Methos of Análisis Ed. Washington D.G. USA.
- ❖ Bustinza V. (1993), “La carne de alpaca“, Escuela de Post Grado, Ganadería Andina, Universidad Nacional del Altiplano Puno- Perú.
- ❖ Carballo B. (1991), “Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne” Ed. A. Madrid Vicente, Ediciones: Madrid- España.
- ❖ Cheftel CH. (1976), “Deterioro de Alimentos” Editorial Acriba Madrid –España.
- ❖ Chimpen L. (2006), “Manipulación, Preservación y Conservación de la Trucha” Curso de Capacitación Dirigido al sector pesquero artesanal – Puno.
- ❖ CONAF (2004) – Revista de información sobre Queñua.
- ❖ Cruz J. (2005), “Procesamiento de ahumado en caliente de filetes de trucha. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Facultad de Ciencias Biológicas.
- ❖ Dirección y Promoción Agraria (2004) “Revista de Crianza de Alpacas” PUNO-PERU.
- ❖ FAO-OMS (1998) Organización Mundial de la Salud y FAO, Revista “ Valores permisibles en alimentos”

- ❖ Fennema (2000), “Química de los Alimentos” Editorial Acribia, 2da Edición, S.A. ZARAGOZA –España.
- ❖ Filsinger B. (2002), “Industrialización de Alimentos” Centro Regional Sur (CEMSUR-CITEP) – chile.
- ❖ Garnica P. (1993), “Colesterol Sérico En Alpaca”, Convención Internacional Sobre Camélidos Sudamericanos, Cusco - Peru.
- ❖ Garcia E. (1996), “Composición de la Carne de Alpaca” Revista Publicada Mediante el Ministerio de Agricultura Lima –Perú.
- ❖ ITP (1998), Instituto Tecnológico Pesquero; Publicación de “Características de Especies Pesqueras de Agua Dulce” CALLAO-PERU.
- ❖ ITP (1999), Instituto Tecnológico Pesquero; Curso Nacional de “Manipulación y Procesamiento de Pescado Fresco” graficas especializadas de EIRL. CALLAO-PERU.
- ❖ ITP (2000), Instituto Tecnológico Pesquero. Curso de capacitación “El Ahumado” original de L. Wong y M. Gallo (1991). CALLAO-PERU.
- ❖ James M. J. (1978), “Microbiología Moderna de los Alimentos” Editorial Acribia ZARAGOZA – España.
- ❖ Lawriel (1998).Ministerio de Pesquería Archivo de la Dirección Regional de Pesquería PUNO-PERU.
- ❖ Ludorff W. (1963), “El Pescado y sus Productos” Traducido por Dolores. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza –España.

- ❖ Molina G. (1996), “Manual del Ahumado” Revista Editorial Acribia Zaragoza- España.
- ❖ Mohler K. (1988), “El Ahumado” Editorial Acribia Zaragoza – España
- ❖ NTP. 204-004- 2.1.1.2.- INDECOPI, Pescado ahumado en caliente y frío.
- ❖ Orna R. (2004), “Manual de la Crianza de Truchas y Procesamiento” Curso de capacitación Puno-Perú.
- ❖ Parisaca P. (2002), “Tratamiento Térmico de Conservas de Trucha Ahumada en Salsa de Tomate” Tesis de la FCA de la UNA-PUNO.
- ❖ Peralta E. (1998), MINISTERIO DE AGRICULTURA - USEFEAS “Asistencia Técnica en la Crianza de Truchas por los Campesinos del Sur Alto andino” - LIMA.
- ❖ Prandi O. (1997), Tecnología de industrias carnicas (aromatización color y sabor). Editorial Acribia ZARAGOZA – España.
- ❖ Silva R. (1974), “Composición del Pescado Fresco” Documento N 39. LIMA – PERU.
- ❖ Solís R. (1997), “Producción de Camélidos Sudamericanos”, Huancayo- Perú.
- ❖ Spanyol P. (1960),”Componentes Orgánicos” Revista `Publicada Por la Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

- ❖ Stanby (1974), “El Pescado y las Industrias derivadas de la Pesca”. Editorial Acribia. España.
- ❖ Stephen S. (1998), Cría de la Trucha. Editorial Acribia, S.A. ZARAGOZA- España.
- ❖ Téllez V. (1992), “Tecnología de Carnes” Ed. Art. Graficas Espino, Lima-Perú.
- ❖ Torres A. (2006), Tesis “Elaboración de ahumados al frio, al caliente a partir de la carne de alpaca (*lama pacus*) y estudio de vida en anaquel.” Universidad Nacional del Altiplano Puno FCA – Ingeniería Industrial.
- ❖ Wicki G. (2004), “El proceso de ahumado como valor agregado en la producción del catfish sudamericano”



WEBGRAFIA

- ❖ Alvites W.(2004), Ahumado de Pota (*Dosidicus gigas*)email:
walvites@unac.edu.pe
- ❖ <http://www.sciencedirect.com/science.>, Barbut S. (2005),
“Elsevier. Effects of chemical acidification and microbial
fermentation on the rheological properties of meat products”
Fecha de visita: 28-06.2010
- ❖ Diaz.G. J.(2000),Unida de Nutricion Clinica y Dietética -
Hospital Universitario La Paz Madrid. Mail:
saludalia@saludalia.com.
- ❖ EMISON (2008), Venta de Equipos S. L. Barcelona- España,
Internet: www.emison.com Mail: <http://www.braso@emison.com>.
- ❖ Flores W. (2004), PROMER de América Latina y El Caribe,
“Elaboración de Productos Cárnicos Ahumados”, en San José
de Costa Rica. INTERNET:
<http://www.promer.org/getdoc.php?docid=662> -Similares.
- ❖ Fragoso, A (1998), Efecto de la temperatura de ahumado en la
pérdida de proteínas presentes en salmón Tlaltenango:
Universidad Autónoma de de Zacatecas.www.monografias.com
> Quimica.
- ❖ M.A.P.A. (2006), “Manual del Ahumado”, Ministerio de
Agricultura Pesca y Alimentación Madrid - España. Centro de

Investigaciones Pesqueras de Salto Grande (1989), (Entre Ríos, Argentina), experiencias entre 1989 y 1990, INTERNET:<http://www.mapa.es/alimentación/Págs./industria/./sector cárnico>.

- ❖ INSTITUTO AGROQUIMICA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. (2002), Recientes modificaciones en la tecnología de los alimentos INTERNET:
http://www.cibernetia.com/tesis_es/.
- ❖ L.A.O (1970), “Smoke curing of fish FAO” Centro de Investigación Pesquera – Argentina. INTERNET:
<http://www.minagri.gob.ar/>.
- ❖ PRODUCTORES INCA SAC- PERU (2008), Venta para la exportación de productos orgánicos “Maiz Morado” LIMA-PERU SALAS (1999). www.productoresmaizmorado.com.