

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE  
APURIMAC**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**“DETERMINACION DE PARAMETROS OPTIMOS PARA EL  
PROCESAMIENTO DE FILETES DE CARNE DE ALPACA**

***(Lama pacos L) AHUMADA”***

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**MARITZA FERNANDEZ CHOQUE**

**ABANCAY, 30 DE DICIEMBRE DE 2011**

UNIVERSIDAD NACIONAL MICHAELA BASTIDAS DE APURIMAC	
CÓDIGO	MFN
<b>T</b> <b>IAG</b> <b>F</b> <b>2011</b>	
	BIBLIOTECA CENTRAL
FECHA DE INGRESO:	<b>28 MAR 2012</b>
Nº DE INGRESO:	<b>00249</b>

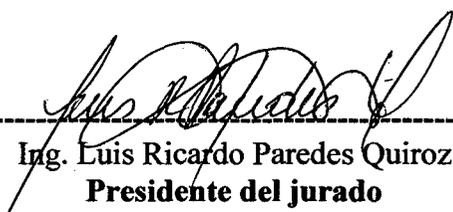
**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS  
DE APURÍMAC**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE TESIS**

**“DETERMINACION DE PARAMETROS OPTIMOS PARA  
EL PROCESAMIENTO DE FILETES DE CARNE DE  
ALPACA (*Lama pacos L*)” AHUMADA**



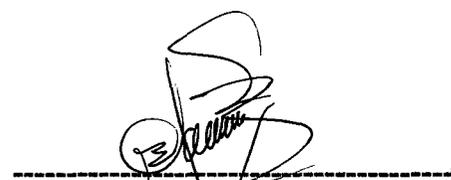
---

**Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz**  
**Presidente del jurado**



---

**Ing. Didi Juan Flores Cruz**  
**Primer miembro**



---

**Ing. Alex Ernesto Muñoz Cáceres**  
**Segundo miembro**



---

**M. Sc. Guadalupe Chaquilla Quilca**  
**Asesora**



---

**Bach. Maritza Fernandez Choque**  
**Tesista**

**“DETERMINACION DE PARAMETROS OPTIMOS PARA EL  
PROCESAMIENTO DE FILETES DE CARNE DE ALPACA  
(*Lama pacos L*) AHUMADA”**

## **DEDICATORIA**

*Con profundo cariño y eterna gratitud a mi padre Augusto FERNANDEZ MAMANI y a mi madre Luciana CHOQUE de FERNANDEZ, quienes con su abnegado esfuerzo lucharon para ser de mí un profesional. Ejemplo de admiración y trabajo. Gracias papito y mamita por su comprensión y apoyo incondicional.*

*A NIELS JOHANN, que me permitió tener la dicha de ser madre, siempre recuerda que aunque estuve lejos en muchas ocasiones, te amo hijito y eres mi esperanza de esfuerzo y superación.*

*A mi hermana Haydee, quien compartió conmigo todas las virtudes de la vida para seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*En primer lugar, mi eterno agradecimiento a mi asesora de Tesis, M. Sc. Ing. Guadalupe CHAQUILLA QUILCA, por haberme brindado su apoyo incondicional en todas las etapas de la investigación sin su apoyo no hubiera sido posible culminar esta investigación en el tiempo previsto, muchas gracias.*

*Al Ing. Jorge MENDOZA CACERES, quien en todo momento me brindó su apoyo para la formulación del anteproyecto de tesis y otros proyectos relacionados al tema, muchas gracias.*

*A la Oficina de Investigación de Facultades de la UNAMBA, por haber convocado al IV CONCURSO DE PROYECTOS DE TESIS, que fue un apoyo muy grande para la realización de la investigación.*

*A la FACULTAD DE INGENIERÍA, escuela académica profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL por los laboratorios de operaciones unitarias y control de calidad.*

*A mi alma mater, UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC, por haber contribuido a mi formación profesional y a la realización de mis estudios.*

*Al Ing. Julian VALDIVIA, jefe de la AGENCIA AGRARIA DE ABANCAY, Granja de San Antonio, del MINISTERIO DE AGRICULTURA, por facilitarme el equipo de empacadora al vacío.*

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	
1. Introducción.....	01
<b>II. MARCO TEORICO</b>	
2.1 Características de la carne de alpaca.....	03
2.1.1 Comparación de componentes químico de la carne de alpaca con otras carnes....	04
2.1.2 Rendimiento en peso de alpacas alimentadas con pastos nativos y cultivados.....	05
2.1.3 Clasificación de las proteínas cárnicas.....	06
2.2 Factores de calidad de la carne.....	08
2.2.1 pH de la carne.....	08
2.2.1.1 Efectos del pH en la carne de alpaca.....	08
2.2.2 Capacidad de retención de agua CRA.....	09
2.2.2.1 Factores que influyen en la CRA de la carne.....	09
2.3 Productos Cárnicos.....	11
2.3.1 Clasificación de los productos cárnicos.....	11
2.3.1.1 Requisitos de clasificación para los productos tipo jamones.....	12
2.4 Deterioro de la carne.....	12
2.4.1 Cambios químicos.....	13
2.4.2 Cambios físicos.....	13
2.4.3 Formas de putrefacción.....	14
2.5 Conservación de productos cárnicos.....	14
2.5.1 Curado de carnes.....	15
2.5.1.1 Insumos para el curado de carnes.....	16
2.5.1.2 Química del curado.....	17
2.5.1.3 Técnicas de curado.....	20
2.5.1.4 Salmuera corriente.....	21
2.5.1.5 Plasmólisis.....	22
2.6 El ahumado.....	23
2.6.1 Tipos de ahumado.....	24
2.6.1.1 Ahumado en frío.....	24
2.6.1.2 Ahumado en caliente.....	25
2.6.2 Materiales para la obtención de humo.....	26
2.6.3 Reacciones de los componentes del humo con el producto ahumado.....	27

	<b>Página</b>
2.6.4 Factores que afectan la calidad del humo.....	30
2.6.5 Componentes del humo.....	31
2.6.5.1 Hidrocarburos aromáticos policíclicos.....	32
2.6.6 Propiedades bacteriostáticas del humo de madera.....	33
2.6.7 Principios básicos del procesamiento térmico.....	34
2.6.8 Resistencia de los microorganismos al calor.....	35
2.6.8.1 Microorganismos en productos ahumados y empacados al vacío.....	35
2.6.9 Ahumado de carnes.....	38
2.6.9.1 Preparación de las carnes para el ahumado.....	39
2.6.9.2 Principales defectos de los productos ahumados.....	41
2.6.10 Alteraciones más comunes en los productos ahumados.....	42
2.6.11 Conservación del producto ahumado.....	42
 <b>III. PARTE EXPERIMENTAL</b>	
3.1 Lugar de ejecución.....	44
3.2 Materia prima.....	44
3.3 Materiales, equipos e insumos .....	45
3.3.1 Materiales.....	45
3.3.1.1 Materiales de vidrio y porcelana.....	46
3.3.2 Equipos.....	46
3.3.3 Insumos.....	47
3.3.4 Reactivos utilizados en análisis químico proximal.....	47
3.3.5 Reactivos utilizados en análisis físico.....	48
3.3.6 Medios de cultivo y reactivos utilizados para análisis microbiológico.....	48
3.4 Metodología.....	50
3.4.1 Etapa I: Obtención de la leña.....	50
3.4.2 Etapa II: Análisis de la carne fresca de alpaca.....	51
3.4.3 Etapa III: Procesamiento de los filetes de carne de alpaca ahumada.....	52
3.4.3.1 Preparación de salmuera.....	52
3.4.3.2 Flujo definitivo para procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada.....	53
3.4.4 Etapa IV: Caracterización de los filetes de carne de alpaca ahumada.....	56
3.4.4.1 Evaluación sensorial de los filetes de carne de alpaca ahumada .....	56

	<b>Página</b>
3.4.4.2 Químicos proximal y fisicoquímico de los mejores tratamientos .....	57
3.4.4.3 Análisis microbiológico.....	58
3.4.5 Análisis estadístico.....	58
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
4.1 Resultados del análisis de la carne fresca de alpaca.....	60
4.2 Resultados de la evaluación sensorial.....	64
4.2.1 Sabor.....	64
4.2.2 Olor.....	65
4.2.3 Color.....	66
4.2.4 Textura.....	69
4.2.5 Aspecto general.....	70
4.3 Resultados de químico proximal y fisicoquímico de los mejores tratamientos de filetes de carne de alpaca ahumada.....	71
4.3.1 Composición químico proximal de S9A y S9M.....	71
4.3.1.1 Efecto en el contenido de humedad.....	71
4.3.1.2 Efecto en el contenido de proteínas.....	72
4.3.1.3 Efecto en el contenido de grasa.....	73
4.3.1.4 Efecto en el contenido de ceniza.....	74
4.3.1.5 Efecto en el contenido de carbohidratos.....	75
4.3.2 Composición fisicoquímico de S9A y S9M.....	75
4.3.2.1 Efecto en el contenido de ácido láctico .....	75
4.3.2.2 Efecto en el contenido de pH.....	76
4.4 Resultados del análisis microbiológico de los mejores tratamientos de filetes de carne de alpaca ahumada.....	76
4.4.1 Efecto en las bacterias Mesófilos aerobios.....	77
4.4.2 Efecto en las bacterias <i>Staphylococcus aureus</i> .....	77
4.4.3 Efecto en las bacterias <i>Clostridium perfringens</i> .....	78
4.4.4 Efecto en las bacterias <i>Salmonella sp.</i> .....	79
4.4.5 Efecto en las bacterias <i>Escherichia coli</i> .....	80
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>83</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1. Composición químico proximal de la carne de alpaca.....	04
2. Comparación de componentes químicos de carne de alpaca con otras carnes.....	05
3. Pesos característicos encontrados en alpacas Huacaya machos en un centro experimental de Puno-Perú.....	06
4. Parámetros de pH en las carnes PSE y DFD.....	08
5. Valores de pH en diferentes cortes de la carne de alpaca.....	09
6. Requisitos de clasificación para los jamones, carnes cocidos y curados.....	12
7. Formulación de la salmuera para lomito ahumado.....	22
8. Componentes del humo.....	31
9. Propiedades fisicoquímicas de los hidrocarburos aromáticos policíclicos.....	33
10. Microorganismos presentes en los productos hidrobiológicos ahumados en Caliente.....	36
11. Medios de cultivo y reactivos para análisis microbiológico.....	49
12. Temperatura y tiempo de ahumado.....	56
13. Resultados de composición químico proximal de la carne fresca de alpaca.....	61
14. Resultados de composición fisicoquímica de la carne fresca de alpaca.....	63
15. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de sabor.....	64
16. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de olor.....	65
17. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de color.....	67
18. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de textura.....	69
19. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de aspecto general.....	70
21. Resultados químico proximal de los mejores tratamientos.....	71
22. Resultados fisicoquímico de los mejores tratamientos.....	75
23. Resultados del análisis microbiológico de los mejores tratamientos.....	77

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Productos cárnicos ahumados.....	39
2. Diagrama de procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada.....	40
3. Flujo de proceso recomendado para un producto tipo jamón ahumado.....	41
4. Flujo definitivo para procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada.....	53
5. Descripción de la investigación.....	59

## RESUMEN

La investigación se ha realizado para determinar los parámetros óptimos de procesamiento de filetes de carne de alpaca (*Lama pacus* L) ahumada. En el análisis químico proximal de la carne fresca de alpaca y se determinó: humedad 71.20%, proteína 22.60%, grasa 3.88%, ceniza 1.52% y en análisis fisicoquímico se determinó acidez 0.09% expresado en ácido láctico y pH 5.95; los filetes de carne de alpaca previo al ahumado fueron curados en salmuera en tres tiempos diferentes (6, 9, 12 horas) y un oreado de 30 a 50 minutos hasta lograr un brillo, el ahumado se realizó en caliente, la temperatura de ahumado fue gradual para los dos tipos de leña, con aserrín de naranjo se trabajó de (40-60-80°C) y con marlo de choclo (50-70-80°C) posteriormente fue enfriado por 24 horas en refrigeración; la evaluación sensorial se realizó con 30 panelistas no entrenados y determinaron el mejor tratamiento T2 con mayor aceptación sensorial, curado a 9 horas y ahumado con aserrín de naranjo; en composición química proximal el mejor tratamiento fue T5 a 9 horas de curado y ahumado con marlo de choclo. En el análisis microbiológico de los mejores tratamientos T2 y T5 no presentaron crecimiento de colonias las bacterias *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp*, *Escherichia coli* y las bacterias aerobios mesófilos si presentaron crecimiento de colonias que se encuentra dentro de los límites máximos permitidos, por lo tanto es apto para el consumo humano. Resultando los parámetros óptimos de procesamiento de filetes de carne de alpaca (*Lama pacos* L) ahumada, a 9 horas de curado y ahumado con aserrín de naranjo a temperatura gradual de (40-60-80°C) por 3 horas.

## ABSTRACT

This research was undertaken to determine the optimal parameters for processing alpaca meat fillets (*Lama pacus L*) smoked. In the chemical analysis proximal to the fresh meat of alpaca was determined: humidity 71.20%, protein 22.60%, fat 3.88%, ash 1.52% And in physicochemical analysis it decided acidity 0.09% expressed as lactic acid and pH 5.95. Fillets of meat before to smoking alpaca were cured in brine at three time different (6, 9, 12 hours) and an aged 30 to 50 minutes to achieve a brightness, the smoking was hot, smoking temperature was gradual for the two types of firewood, sawdust from orange tree (40-60 - 80 ° C) and marlo's corn (50-70 - 80 ° C), He was subsequently cooled for 24 hours in refrigeration. The sensory evaluation was conducted with 30 panelists not trained and determined the best treatment T2 with greater sensory acceptance, 9 hours-cured and smoked with sawdust from orange tree; In proximate chemical composition the best treatment was T5 to 9 hours of cured and smoked with marlo choclo. The microbiological analysis of the treatments T2 and T5 didn't growing bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp*, *Escherichia coli* and aerobic mesophiles if showed a growth of colonies that is located within the maximum permitted limits, It is therefore unfit for human consumption. Proving the optimal parameters of processing of fillets of meat alpaca (*Lama pacos L*) smoked, To 9 hours of cured and smoked with sawdust from Tree orange to gradual temperature (40-60 -80 °C) for 3 hours.

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCION

En la región de Apurímac las provincias con mayor producción de alpacas son: Antabamba y Aymaraes, principalmente para obtener fibra y en menor porcentaje para la producción de carne, la producción de carne de alpaca es destinada para autoconsumo, en algunos casos se puede encontrar procesada como charqui en forma artesanal; en los últimos años el consumo de carne fresca de alpaca se ha incrementado, debido al contenido proteico superior a las de otras carnes con mayor valor biológico, bajo contenido de grasa y bajo porcentaje de colesterol, haciéndola una carne magra razón por la que su consumo es recomendable especialmente para niños, ancianos y para personas hipertensas, además es necesario destacar su fácil digestibilidad, así como su sabor agradable ocupando un segundo lugar en cuanto a sabor de carnes rojas, después de la carne de cordero. Por lo tanto es necesario darle valor agregado, y proponer un nuevo producto como son “filetes de carne de alpaca ahumada”, de esta manera se podrá conservar mucho más tiempo y mejorará los ingresos económicos de los productores de alpaca, obteniendo un producto con mejores características sensoriales, mayor valor nutricional y aprovechable para toda la población.

Por lo tanto para dicha investigación se ha propuesto el siguiente objetivo general. Determinar los parámetros óptimos de procesamiento de filetes de carne de alpaca (*Lama pacos* L) ahumada, y como objetivos específicos tenemos:

- Determinar el grado de aceptabilidad sensorial de la carne de alpaca (*Lama pacos* L) ahumada, en función del tiempo de salado y el tipo de leña para ahumado.
- Determinar las características químico proximal y microbiológicas de la carne de alpaca (*Lama pacos* L) ahumada, del tratamiento con mejores características sensoriales.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Características de la carne de alpaca

Según, Téllez (1992), la carne de alpaca se caracteriza por su color rojo cereza, de olor sui generis muy propio, de sabor agradable y de textura medio suave. Pero como en todas las especies animales las características sensoriales varían con la edad, sexo, estado sanitario, alimentación y fundamentalmente por el manejo. Las carnes provenientes de alpacas engordadas son de sabor más agradable, el color de la carne es rojo cremoso debido al incremento de grasa. Las alpacas alimentadas con pastos nativos son mejores en composición química con bajo porcentaje de grasa.

Cristofanelli *et al.*, (2004), con animales de 25 meses de criados en forma tradicional en Perú, en el que también se estudia la carne de llamas criadas en forma similar a las alpacas, en dicho estudio se manifiesta que la carne de alpaca es baja en grasa y presenta un contenido de proteínas elevado con respecto a carne de rumiantes más convencionales y de cerdo.

Desco (1998), la carne de alpaca en cuanto al sabor, ocupa un segundo lugar entre las carnes rojas de acuerdo a los estándares internacionales, después de la carne de cordero, también considera que la carne de alpaca tiene un alto contenido proteico de 21.88%. En el Cuadro 1. Se muestra la composición química de la carne de alpaca.

CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LA CARNE DE ALPACA.

Componentes	Valor en 100gr. de porción comestible (%)
Energía	101.000 calorías
Agua	73.900
Proteína	21.200
Grasa	0.500
Cenizas	1.200
Calcio	11.000
Fósforo	216.000 mg.
Hierro	2.200 mg.
Tiamina	0.008 mg.
Riboflavina	0.150 mg

Fuente: Collazos, *et al.*, (1996).

### 2.1.1 Comparación de componentes químicos de la carne de alpaca con otras carnes

La carne de alpaca posee ventajas comparativas inigualables frente a los demás productos cárnicos que actualmente se encuentra en el mercado, no solo por sus bondades proteicas y magras, sino también en su presentación y sabor, Ayala (2010). En el cuadro 2, se muestra la comparación de los componentes químicos de carne de alpaca con otras carnes.

CUADRO 2: COMPARACIÓN DE COMPONENTES QUÍMICOS DE CARNE DE ALPACA CON OTRAS CARNES

Tipo de carne	Calorías Kcal	Proteínas %	Grasa %	Colesterol
Alpaca	101	21	4	0.20
Llama	100	23	3	0.16
Pollo	140	18	6	85
Pavo	135	21	5	69
Res	240	18	22	90
Cerdo	275	12	37	98
Cordero	205	22	13	91

Fuente: Ayala (2010).

### 2.1.2 Rendimiento en peso de alpacas alimentadas con pastos nativos y cultivados

Bustinza (1993), menciona que generalmente el mayor porcentaje de proteínas se encuentra en la carne de alpaca que procede de la alimentación con pastos naturales (29%) en comparación a las que proceden de pastos cultivados (20%) y un contenido proteico elevado alrededor de 21.2%. En el cuadro 3, se muestra Pesos característicos encontrados en alpacas Huacaya alimentados con pastos nativos y cultivados.

CUADRO 3. PESOS CARACTERÍSTICOS ENCONTRADOS EN ALPACAS HUACAYA MACHOS PUNO-PERU.

Especificaciones	Crianza en tipos de pastos	Edad		
		1.5 años	2.5 años	3.5 años
Animal vivo (kg)	Cultivados	65.3	84.9	94.1
	Nativos	45.2	55.6	61.8
Canal (kg)	Cultivados	39.9	54	60.9
	Nativos	25.6	30.9	35.2
Rendimiento (%)	Cultivados	61.2	63.6	64.7
	Nativos	56.7	55.6	57

Fuente: Bustinza *et al.* (1993).

### 2.1.3 Clasificación de las proteínas cárnicas

López y Carballo (1991), las proteínas constituyen el componente mayoritario de la materia seca del músculo estriado.

De las diversas clasificaciones de las proteínas, tenemos por ejemplo, atendiendo a su forma se clasifican en globulares y fibrosas, también se pueden clasificar según su localización en el músculo como:

**Proteínas extracelulares:** que están fuera del sarcolema; colágeno, elastina.

**Proteínas intracelulares o sarcoplasmáticas:** que incluyen mioglobina, hemoglobina y enzima.

**Proteínas miofibrilares:** forman el sistema contráctil.

Otra clasificación interesante de las proteínas del músculo es aquella que las divide de acuerdo con su solubilidad en:

**Sarcoplasmáticas.** Solubles en agua, están disueltas en el líquido que empapa la fibra muscular (sarcoplasma); funcionalmente son enzimas.

**Miofibrilares.** Fundamentalmente miosina, actina comprenden aproximadamente el 50 a 60% de todas las proteínas cárnicas. Son insolubles en agua, pero solubles en soluciones salinas 1 molares.

**Conectivas.** Totalmente insolubles en agua y en soluciones salinas.

Son colágeno y elastina forman las membranas musculares: epimisio, perimisio y endomisio. López y Carballo (1991).

El colágeno cuando se calienta a 60°C se contrae presentando problemas, ya que provoca una exudación y pérdida de textura. Con calentamiento superior a 60°C se transforma en gelatina, de fácil digestión pero que continúa siendo de bajo valor biológico, proteínas solubles en solución salina concentrada: miofibrilares (actina, miosina y proteína) son las más abundantes y responsables de la conversión de energía química en mecánica también de la textura de la carne según sus propiedades funcionales.

Las proteínas solubles en solución salina diluida: sarcoplasmática, desde el punto de vista tecnológico la más importante es la mioglobina formada por una bobina y una porfirina, el grupo hemo que lleva un átomo de hierro.

El color de la carne depende en gran medida del estado de oxidación del hierro de este grupo hemo. Durante el curado estas

proteínas sufren oxidaciones que dan lugar a aromas y sabores típicos, López y Carballo, (1991).

## 2.2 Factores de calidad de la carne

### 2.2.1 pH de la carne

El pH es un parámetro importante relacionado con la susceptibilidad de la carne a su deterioro y se usa para decidir sobre el tipo de procesamiento al que se va a destinar la carne. El pH depende de factores, tales como: el estrés ante-mortem al que ha sido expuesto el animal, factores genéticos predisponentes a dicho estrés, condiciones post-mortem, la región anatómica, entre otros. Según, Salva (2010). En el cuadro 4, se muestra los parámetros de pH en las carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) y DFD (Dry, Firm, Dark).

CUADRO 4: PARÁMETROS DE PH EN LAS CARNES PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE) Y DFD (DRY, FIRM, DARK).

Tipo de carne	pH
Carne normal	5.8 a 6.3
PSE dudosa	5.8
PSE	5.8 a 5.4

Fuente: Jacint, (2009)

#### 2.2.1.1 Efectos del pH en la carne de alpaca

La alpaca parece ser poco susceptible a la pérdida de calidad de la carne debida al estrés y no suele presentar estos defectos. Cristofanelli *et al.* (2004), en el siguiente cuadro 5, se muestra pH en diferentes cortes de alpaca.

CUADRO 5. VALORES DE PH EN DIFERENTES CORTES DE CARNE DE ALPACA.

Corte	pH
Pierna	6.18
Brazuelo	5.85
Lomo	5.57

Fuente: Zorogastúa (2004).

### 2.2.2 Capacidad de retención de agua CRA

Guerrero *et al.* (2004), es una propiedad de una proteína cárnica para retener agua tanto propia como añadida que determina dos importantes parámetros económicos: Las pérdidas de peso se producen en toda la cadena de distribución y transformación desde el oreo hasta el cocido y la calidad de los productos obtenidos crudos y cocidos.

Las proporciones de agua en el músculo se encuentran en proporción de 70% en las proteínas miofibrilares, 20% en las sarcoplasmáticas y 10% en el tejido conectivo.

#### 2.2.2.1 Factores que influyen en la capacidad de retención de agua

##### CRA, de la carne

**pH:** A pH 5 la mayoría de las proteínas cárnicas se encuentran en su punto isoelectrico (PI), en el cual las moléculas proteicas no atraen a las moléculas de agua y tampoco hay repulsión entre ellas. Por encima del punto isoelectrico, aumentan la carga neta y la atracción entre la proteína y el agua. Hay repulsión entre las

moléculas de proteína con cargas del mismo signo, aumentando el tamaño del espacio entre las miofibrillas. Según López y Carballo (1991).

**Cambios post mortem:** Cuando el animal se somete a estrés prolongado y consume prácticamente sus reservas de glucógeno, no hay glicólisis anaerobia post mortem, por lo que las carnes obtenidas presentan la condición conocida como DFD (Dry, Firm, Dark) se presentan secas, externamente firmes y oscuras. Generalmente tiene  $\text{pH} \geq 6.2$  muy apreciadas para el procesamiento de productos cárnicos. Según, Carballo y Madrid (2001).

Por el contrario, cuando las reservas de glucógeno son muy grandes en el momento del sacrificio y el animal sufren un estrés agudo, con  $\text{pH} \leq 5.7$  el pH baja más rápidamente de lo normal, quedando la carne con la condición PSE (Pale, Soft, Exudative) pálida, suave y exudativa. Según, Carballo y Madrid (2001).

**Adición de sales (cloruro de sodio y fosfatos):** Si al añadir cloruro de sodio la carne se encuentra a pH mayor que 5, la capacidad de retención de agua se incrementa, pero si el pH es menor que 5 sufre decremento. Esto es un hecho experimental y existen numerosas hipótesis para explicarlo. Entre ellas, la más aceptable es que el ión  $\text{Cl}^-$  es más activo que el ión  $\text{Na}^+$  a la hora de interaccionar con las proteínas. Los fosfatos también mejoran la capacidad de retención de agua cuando el pH es mayor que el punto isoeléctrico. Según López y Carballo (1991).

La capacidad de retención de agua en la carne de los camélidos ha demostrado ser ligeramente menor a la de otras especies según manifiestan Cristofanelli *et al.* (2004), quienes indican que esta característica la hace idónea para la fabricación de productos cárnicos deshidratados, tales como chorizos, salchichones o charqui.

### **2.3 Productos cárnicos**

La materia prima es de vital importancia en las cualidades del producto elaborado. La elaboración de los productos cárnicos debe ser inmediata para evitar, por un lado, riesgos de contaminación microbiológica y por otro, actuaciones enzimáticas de la materia prima.

#### **2.3.1 Clasificación de los productos cárnicos**

López y Carballo (1991), existen dos grandes grupos de productos cárnicos. Aquellos constituidos por piezas (paquete muscular con o sin hueso) y los constituidos con pastas (elaborados con carnes más o menos troceadas). Las piezas incluyen los productos curados, tanto en sal seca como los que se sumergen en salmuera. Las pastas se subdividen a su vez en las picadas, en las que no se distinguen los trozos de carne y las emulsiones trituradas finas.

- Productos cárnicos frescos
- Productos cárnicos crudos adobados
- Productos cárnicos crudos curados
- Productos cárnicos tratados por el calor (Ahumado)

- Salazones cárnicos
- Platos preparados cárnicos

### 2.3.1.1 Requisitos de clasificación para los productos tipo jamones

En el cuadro 6, podemos apreciar los requisitos de clasificación que deben cumplir este tipo de productos, según INDECOPI (1999).

CUADRO 6: REQUISITOS DE CLASIFICACIÓN PARA LOS JAMONES, CARNES COCIDOS Y CURADOS.

Componente/calidad	Max/min	Extra fina (%)	Fina (%)	Extra (%)	Económica (%)
Proteína total	Min	17	15	13	10
Proteína cárnica	Min	16.5	14.2	11	8
Proteína no cárnica	Max	0.5	1.7	3	5
Féculas	Max	0	0	5	10

Fuente: INDECOPI (1999).

## 2.4 Deterioro de la carne

Hernández (2007), menciona que al sacrificarse el animal se producen una serie de cambios fisiológicos, inicio de la glucólisis y bajada del pH, descontrol del crecimiento de microorganismos e inicio de la desnaturalización de proteínas. Durante el proceso de descenso de temperatura se inicia el deterioro interno debido, sobre todo a estos microorganismos *C. perfringens* y enterobacterias, dándose la putrefacción fenómeno natural (descomposición de la materia albuminoidea este proceso ocurre cuando la albuminoidea se transforma en albuminosa y peptona originando compuesto,

gases, ácidos orgánicos y amidas), siendo esta una alteración del orden biológico.

La putrefacción externa ocurre cuando en el proceso de maduración del músculo se prolonga su oreado a una temperatura alta ocurriendo una fermentación ácida, carne viciada: formación del hidrógeno sulfurado ( $H_2S$ ). Se presenta con coloración verdosa en el tejido conjuntivo visible, en el interior de la masa muscular presenta coloración amarilla parda, el olor es agrio y el sabor es ligeramente ácido; la carne puede ser comestible, pero en caso de fase de olor intenso se decomisa por repugnante.

#### **2.4.1 Cambios químicos**

La degradación de proteínas, lípidos, carbohidratos y otras moléculas complejas a otras más sencillas se realiza por la acción de enzimas hidrolíticos endógenos presentes en la carne, y también por los enzimas producidos por los microorganismos. Inicialmente las enzimas endógenas son los responsables de la degradación de moléculas compleja a compuestos más sencillos, que se utilizan como fuentes nutritivas para permitir el desarrollo y actividad microbiana. Según, Hernández (2007).

#### **2.4.2 Cambios físicos**

Los cambios físicos originados por los microorganismos son corrientes más llamativos que los cambios químicos, da lugar a cambios menos aparentes en su color, olor, aroma, blandura y propiedades de procesado. La alteración cárnica se clasifica

generalmente como aeróbico o anaeróbica como son las bacterias, mohos o levaduras, siendo una alteración aeróbica realizada por bacterias y levaduras, dando origen a la mucosidad aeróbica de olores y aromas repugnantes, cambios de color. Según, Hernández (2007).

#### **2.4.3 Formas de putrefacción**

Si la carne es almacenada durante algún tiempo en malas condiciones habrá crecimiento de microorganismos patógenos que se encuentran en el medio ambiente. La situación es distinta cuando la carne se almacena al vacío en refrigerador: en este caso el deterioro es causado por bacterias lácticas o por algún tipo especial de bacilo *Bacillus thermosphacta*. La presencia exclusiva de bacterias lácticas o de *enterobacterias* depende del pH del producto y de la eficiencia de la barrera al oxígeno del envase. Según, Hernández (2007).

#### **2.5 Conservación de productos cárnicos**

Carballo y Madrid (2001), menciona que bajo el concepto de conservación, se consideran normalmente “evitar la putrefacción de los productos alimenticios” en la práctica industrial, el término conservación incluye un aspecto más amplio como por ejemplo inhibición o prevención de una alteración del sabor, aroma, textura y aspecto exterior, etc., que caracterizan la calidad del producto. La putrefacción o podrido es el resultado de una acción microbiana fermentativa química y física de la carne. La alteración sufrida en la calidad de la carne se debe más frecuentemente a una acción

microbiana y por esta razón el control continuo sobre la contaminación y el desarrollo de los microorganismos es muy importante. Mientras el animal está vivo, los tejidos tienen propiedades bacteriostáticas y bactericidas inmediatamente después de la muerte, los tejidos pierden su autodefensa y por esta razón es necesario elegir y aplicar inmediatamente algún tipo de conservación de la carne, según las condiciones y el destino de la misma.

Carballo y Madrid (2001), los métodos de conservación de la carne y de los productos cárnicos son:

- Refrigeración
- Congelación
- Esterilización y pasteurización
- Desección (Ahumado, charqui y chalona)
- Otros (altas presiones, irradiación)

### **2.5.1 Curado de carnes**

Esta actividad consiste en someter a las carnes a la acción de una mezcla especial de sales, en condiciones especiales de temperatura y tiempo, con la finalidad de fijar el color rojo atrayente de la carne y mejorar el sabor, aroma y finalmente permitir una mayor conservación de la carne. Para lograr un buen curado se necesita preparar una mezcla de sales compuestas de: cloruro de sodio, nitrato sódico, nitrito y azúcar, disueltos en agua cada uno de estos

componentes, en preparaciones variadas según las formulaciones. Según, López y Carballo (1991).

#### **2.5.1.1 Insumos para el curado de carnes**

Los insumos a emplearse en el curado de carnes son los siguientes: según Salva (2010).

**Sal común:** El cloruro de sodio o sal común en concentraciones altas es inhibidor del desarrollo microbiano, porque disminuye ligeramente la actividad del agua. También está ligada a la solubilidad de las proteínas miofibrilares (actina y miosina), las que tienen influencia en la elasticidad del producto. Asimismo la sal confiere sabor al producto.

**Sal de cura:** Es el nombre comercial que se le da a las sales nitrosas y están compuestas por la sal común y nitratos; en realidad es muy pequeño el porcentaje de nitritos que se utiliza es para mejorar el color de la carne, y también evita el desarrollo de *Clostridium*, las sales de cura contienen desde 4.05% hasta 20% de concentración de nitritos, en Perú el límite máximo permitido de nitritos es 200ppm.

**Fosfatos:** Los más empleados son los polifosfatos en especial de sodio que permite el ligamento de las partículas de proteína de la carne, estos polifosfatos actúan como catalizadores sobre el efecto salino del cloruro sódico aumentando su influencia sobre la unión de la carne, fijación de grasa y textura. El contenido de fosfatos adicionados no debe ser mayor al 0.5%.

### 2.5.1.2 Química del curado

López y Carballo (1991), la flora microbiana (micrococcus), posee la enzima nitrato reductasa y pasan el nitrato a nitrito y este último a óxido nítrico que se combina con la mioglobina dando mioglobina oxido nítrica responsable del color.

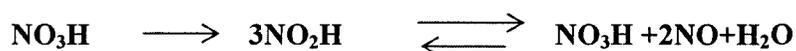
Pero ahora puede añadirse directamente el nitrito, en el interior de la fibra muscular existe la proteína mioglobina, formada por la globina, que es característica de cada especie animal. Y el grupo prostético HEMO con un átomo de hierro (similar a la hemoglobina), común a todas las especies que adopta distintas tonalidades según el grado de oxidación y oxigenación, prestándose en cualquiera de las siguientes formas:

Oximoglobina rojo brillante  $Fe^{++}$  oxigenada

Metamioglobina parda  $Fe^{+++}$  no oxigenada

Mioglobina rojo purpura  $Fe^{++}$  no oxigenada

La bioquímica del curado se produce de la siguiente manera.



Las proteínas sarcoplasmáticas son las responsables del color ellas, junto con las miofibrillas, a medida que baja el pH, disminuyen su solubilidad produciéndose una gelificación de las proteínas y un aumento de la consistencia del producto curado.

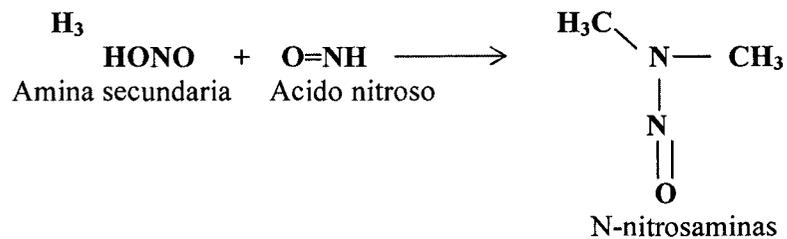
#### a. Nitratos, nitritos y nitrosaminas

FUNDISA (2001), los óxidos de nitrógeno así formados se oxidan dando lugar a nitratos, en la industria de alimentos se utiliza nitritos

como aditivo alimentario (E-249 nitrito potásico, E-250 nitrito sódico), especialmente en carnes curadas. El nitrato es añadido en ocasiones junto con el nitrito como conservante (E-251 nitrato sódico, E-252 nitrato potásico), ya que sirve como reserva de éster al ir transformándose lentamente en nitrito.

La principal preocupación derivada de la presencia de nitratos en alimentos o en agua potable tiene dos motivos: por un lado, los efectos tóxicos producidos por un exceso de nitratos en la dieta; por otra parte, pueden causar la formación endógena de N-nitrosocompuestos, de efectos cancerígenos (como las nitrosaminas).

Los N-nitrosocompuestos son agentes teratogénos, mutágenos y probables carcinógenos, altamente peligrosos para la salud humana. Se originan como consecuencia de la reacción de las aminas secundarias (aromáticas y alifáticas) con el ácido nitroso (HONO).



Si se forman gran variedad de estos compuestos, los más significativos desde el punto de vista de la toxicología alimentaria son las dialquilnitrosaminas (dimetilnitrosamina, dietilnitrosamina), las nitrosaminas de estructura cíclica (N-nitroso piperidina, N-nitrosopirrolidina) y acilalquil-nitrosaminas o nitrosamidas (nitrosoguanidina).

## **b. Toxicidad de nitritos, nitratos y nitrosaminas**

FUNDISA (2001), considera que los riesgos más importantes derivados de nitratos y nitritos son dos:

**Aumento de metahemoglobinemia:** La toxicidad del nitrato en humanos se debe principalmente a que una vez reabsorbido ejerce en el organismo la misma acción que sobre la carne conservada, es decir, transforma la hemoglobina en metahemoglobina, pudiendo producir cianosis. Cantidades de 0.5 a 1g de nitrito producen en el hombre intoxicaciones ligeras, de 1 a 2 g intoxicación grave y 4 g intoxicación mortal. Por ello, la sal para salazones no debe nunca contener más de 0.5 a 0.6% de nitrito sódico, y la cantidad de sal empleada no debe sobrepasar los 15 mg por cada 100 g de carne tratada. Existe una especial susceptibilidad a los nitratos/nitritos en la población infantil debida principalmente a cuatro razones:

- Acidez gástrica disminuida, lo que favorece la proliferación de microorganismos reductores de nitratos a nitritos antes de su total absorción.
- La ingesta de agua en niños, según su peso, es 10 veces superior a la de los adultos por unidad de peso corporal.
- Hemoglobina fetal (60 a 80% en recién nacidos), que se oxida más fácilmente a metahemoglobina.
- Desarrollo incompleto del sistema NADH-metahemoglobina reductasa en recién nacidos y pequeños, que salvo casos raros de deficiencia enzimática hereditaria, parece desaparecer al cabo de los 3 a 4 meses de vida.

**Formación de nitrosaminas en adultos:** La mayoría de los compuestos N-nitroso de interés en toxicología alimentaria son probables o posibles carcinógenos en humanos. En animales de experimentación son potentes carcinógenos, en todas las especies ensayadas y tiene amplia organotropidad, según donde se biotransforma para dar radicales libres alquilantes (alquildiazonio y alquilcarbonio). En los estudios epidemiológicos se ha sugerido su intervención en el desarrollo del cáncer nasofaríngeo, esofágico y gástrico.

### **2.5.1.3 Técnicas de curado**

#### **a. Curado en seco**

Esta técnica consiste en preparar una mezcla en seco de sal común más nitrato y azúcar, bien pesado según la fórmula y se frota todas las partes de la pieza de carne en forma íntegra, pareja, logrando humedecer estas sales con el jugo de la carne y obteniendo una verdadera capa de sales sobre la mezcla. El curado en seco puede durar de 7 a 30 días, varía según la cantidad y calidad de carne, los propósitos del curado y el tipo de fórmula en la cura. Según López y Carballo (1991).

#### **b. Curado en húmedo**

Esta técnica consiste en preparar una salmuera curante, compuesta de sal corriente, nitrato potásico, polifosfatos, azúcar y agua, también se puede usarse nitrito. La salmuera debe tener una concentración de 12 a 20°B. Se debe sumergir bien las carnes y colocar en la parte superior un peso hasta que cubra bien la

salmuera a las carnes y se debe inyectar el 10 a 20% del peso de la salmuera a la carne. Según López y Carballo (1991).

#### **2.5.1.4 Salmuera corriente**

La salmuera consiste en preparar una solución salina en base a NaCl, recordar que esta sal debe ser lo más pura y limpia, solo así se garantizará una buena conservación de las carnes. Las salmueras (agua + sal) también se las denomina salmuera corriente y se prepara de la siguiente manera, Castillo (2002).

- a. Pesar y disolver sal común en agua corriente en una proporción del 12 al 20 % (40 a 65 grados de salinómetro) y se hace hervir, la razón de ello es para eliminar las bacterias del medio disolvente (agua) y de la sustancia disuelta (sal) aumentando la solubilidad de la sal por efecto de la temperatura.
- b. Se deja enfriar y reposar 24 horas, en lugar protegido, luego decantar la solución, con cuidado a fin de no movilizar el sedimento, esta preparación se puede hacer filtrando al mismo tiempo a través de cedazo o lienzo de tela.
- c. Se determina con la ayuda de un salinómetro, el grado de concentración deseada, una solución salina débil, de 12 a 18°B y solución salina fuerte, de 20 a 25°B, si la densidad es mayor de la que se necesita, se añade agua hervida y si es inferior, se le aumenta salmuera concentrada.

### Formulación de salmuera para lomito ahumado

Carne de cerdo (lomo)	2.0kg
Agua	2.0kg

CUADRO 7: FORMULACIÓN DE LA SALMUERA PARA LOMITO AHUMADO.

Ingredientes	Cantidad (gramos)	Porcentaje (%) *	Producto final (%) **
Fosfatos (Polifosfatos)	20	1	0.5
Sal de cura (4%)	40	2	150 ppm
Sal común	60	3	2.0
Azúcar	10	0.5	0.5
Carragenina	20	1	0.3
Cond. para jamón	20	1	0.7
Humo líquido	5	0.25	0.1

Fuente: Salva (2010) \*, Núñez (1999) \*\*.

#### 2.5.1.5 Plasmólisis

Plasmólisis es una deshidratación parcial de las células por la tendencia a igualar la concentración de agua dentro y fuera de las células, debido al proceso de osmosis que ocurre cuando un alimento se coloca en una salmuera o almíbar espeso, la plasmólisis obstaculiza la multiplicación de los microorganismos al reducir la actividad de agua del alimento, Castillo (2002).

La sal corriente NaCl es un conservante que evita el desarrollo de microorganismos, bacterias a excepción de las halófilas, y modifica el sabor de la carne, López y Madrid (2001).

## 2.6 El Ahumado

El ahumado es un proceso de curado que permite prolongar la vida útil de los productos cárnicos, a la vez que confiere olores, colores y sabores atractivos, el humo es producto de la combustión incompleta de las sustancias de la madera. La naturaleza química y las características organolépticas de las sustancias que se depositan sobre la carne dependen del tipo de madera utilizada. Se sabe que las maderas resinosas imparten sabor amargo o picante al producto los cuales no están permitidos utilizarlo, Fernández (1995).

El ahumado es el proceso por el cual se somete a la acción térmica de desecación, calentado y cocción mediante el humo generado por la incompleta combustión del marlo de choclo que utiliza para ahumar carne de alpaca, Mamani (1994).

Debuchy y Noé (2002), los procesos que componen el ahumado de carnes considerando al ahumado como responsable en sus características sensoriales y se utilizan dos tipos de ahumado en caliente lo que se busca es la cocción del producto, esta tecnología se aplica a las carnes entre 60 a 95°C, en frío a una temperatura de hasta 30°C generalmente esto se aplica a especies marinas.

Hoy en día el ahumado únicamente suele tener por misión mejorar el sabor de los alimentos; el efecto conservador correspondiente a los componentes del humo solo cabe esperar que se manifieste en la superficie de las piezas a ahumar, Frey (1995).

Salva (2010), al respecto indica que, la acción combinada del calor y del humo reduce eficazmente la población bacteriana de la

superficie del producto. Además la superficie del producto se convierte en una barrera química y física bastante eficaz frente al crecimiento de microorganismos, debido a que se deshidratan y coagulan las proteínas también se depositan un material resinoso por condensación del formaldehído y del fenol.

## **2.6.1 Tipos de ahumado**

### **2.6.1.1 Ahumado en frío**

Durante este proceso, la temperatura nunca debe elevarse al nivel en que la carne sea cocida (es decir, la proteína no se debe desnaturalizar), en la práctica, el promedio de temperatura está entre 15 y 35°C, el tiempo del ahumado es variable de acuerdo con el producto preferentemente será mayor en las carnes de mayor volumen, un producto ahumado en frío tiene las condiciones óptimas para el almacenamiento sin refrigeración, el humo penetra más profundamente en el músculo puede decirse que todas las porciones quedan impregnadas de los componentes del humo, la desecación del producto es mayor y por consiguiente, su  $A_w$  es menor, el tiempo de conservación depende del porcentaje de sal en el músculo, de la humedad del producto, del tiempo de ahumado, secado y de las condiciones de almacenamiento, Fernández (1995). Cabrera (2003), afirman que el ahumado en frío se realiza entre 15 y 20°C, que los embutidos crudos se pueden ahumar en frío, recién dos días después del proceso de la maduración, para que esté seca toda la superficie, ya que las superficies mojadas producen una fuerte condensación de humo, dando como consecuencia un color

rojizo todavía no estable que se destruye produciendo decoloraciones, también indican que el método es apropiado para eliminar hongos, las levaduras y bacterias que se forman especialmente durante el comienzo del proceso con alta humedad. Asimismo afirman que, los condensados de humo mantienen su efecto conservador durante 2 ó 3 semanas y después, la actividad se pierde lentamente.

#### **2.6.1.2 Ahumado en caliente**

Cabrera (2003), afirman que el ahumado en caliente se realiza entre los 50 y 80°C y es un proceso en el que al mismo tiempo se realiza la cocción del producto, el ahumado en caliente se puede dividir en tres etapas.

1. La primera consiste en tratar los productos a temperaturas entre 50 y 60°C para iniciar y acelerar la curación, llamándose a esta fase la etapa de enrojecimiento y secado.
2. La segunda etapa es la del ahumado mismo, en la que se aumenta la temperatura, con lo cual también se inicia el proceso de cocción.
3. La tercera etapa se refiere al proceso de cocción que tiene los siguientes efectos importantes:
  - Coagulación de la estructura proteica.
  - Eliminación de microorganismos.
  - Inactivación de las enzimas de la carne.
  - Obtención de las características sensoriales deseadas en cuanto a color, sabor y consistencia.

### 2.6.2 Materiales para la obtención de humo

García (2000), menciona que para el proceso de ahumado no se debe usar carbón ni maderas resinosas, debe ser aserrín de madera dura (nogal, roble, arce, arbole frutales, marlo de choclo).

Salva (2010), mencionan que, para el ahumado es muy importante la utilización de la madera apropiada, como norma se emplean únicamente maderas no resinosas procedentes de árboles caducifolios, son preferibles las maderas de haya, roble, arce o aliso, castaño, fresno o sauce y los árboles frutales. Además señalan que, la calidad y el estado de la madera son aceptables cuando está seca y libre de hongos. Hay que procurar no almacenar el aserrín en lugares húmedos donde enmohecerían rápidamente, la madera con corteza y mojada contiene taninos, según la especie, mayor o menor cantidad, estos se vaporizan durante la combustión confiriéndole sabor amargo. Asimismo la madera tratada o pintada no debe emplearse para ahumar, puesto que le confiere aditivos inorgánicos a la carne ahumado. Para obtener gran cantidad de humo se utilizará aserrín, pues al arder deja ingresar poco aire al carburante y el combustible se quema lenta e incompletamente, lo que produce al mismo tiempo una destilación seca.

El ITP (1997), menciona que la transferencia de calor a través de los líquidos es rápida y se transmite por convección, mientras que la transferencia de calor en los sólidos es lenta y se transmite por conducción. Los tecnólogos de alimentos siempre basan sus cálculos de procesos térmicos sobre el punto de calor más bajo,

porque ellos saben que todos los otros puntos en el envase deben haber recibido más calor que el punto de referencia (punto más frío).

Para elaborar productos de buena calidad se utiliza como combustible aserrín y viruta de maderas duras, y en muchos casos la combinación con aserrín de árboles frutales, marlo de choclo, cáscaras de frutas desecadas o diferentes plantas aromatizantes (laurel, orégano); el combustible es un elemento productor de calor y de humo. El calor posee un efecto preservativo al deshidratar o cocinar según sea la técnica utilizada, el humo aporta aromas y sabores atractivos al producto, proporcionándole, además, el color dorado característico y un efecto preservativo del cual son responsables sustancias que forman parte de su composición. En general, las maderas duras brindan el sabor y olor deseados pero dan poco color, en tanto que las maderas blandas otorgan un color profundo pero incorporan sabores resinosos por lo tanto no es recomendable, Fernández (1995).

### **2.6.3 Reacciones de los componentes del humo con el producto**

#### **ahumado**

##### **a. Coloración**

Según Mohler (1982), 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 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. Estas reacciones se conocen en la química y tecnología de los alimentos con el nombre de pardeamiento no enzimático de Maillard.

Castillo (2002), la reacción de pardeamiento no enzimático empieza a baja temperatura 30 a 40°C (aunque no se aprecia visualmente hasta llegar a los 130°C) cuando una molécula del grupo carbonilo (azúcar) y uno del grupo amino de proteínas (un aminoácido) reaccionan y se forman nuevas estructuras inestables que seguirán reaccionando con las moléculas de su alrededor formando así nuevas moléculas que conferirán al producto color y olor característico. Además, estas nuevas familias de moléculas serán resultado de la intervención de moléculas de nitrógeno y azufre (de los aminoácidos que forman las cadenas de proteína) que producirán aromas y sabores característicos.

García (1996), indica que la intensidad y conservación del color dependen de muchos factores, es decir, proporción acuosa de la superficie, pH del sustrato, grado y duración del calentamiento, tipo y calidad de los insumos empleados y métodos utilizados en el proceso de ahumado.

Durante el proceso de ahumado en caliente, el incremento de la temperatura provoca un oscurecimiento progresivo del color; entre

70 y 80°C se obtienen buenos resultados, mientras que a temperaturas muy altas como 95 y 104°C, resultan productos de color muy oscuro y de mala apariencia, García (1996).

#### **b. Aromatización**

Según Mohler (1982), indica que la imitación o sustitución de sabores complejos, mezclando sustancias determinadas, es uno de los grandes problemas de la tecnología de los alimentos. Todavía no ha sido posible lograr la producción satisfactoria de aroma del ahumado a partir de distintas sustancias, una de las causas reside en el hecho de que tanto el aroma como el sabor no dependen solamente de los componentes del humo, sino también de sus reacciones con el sustrato. Las proteínas son las sustancias que participan en primer término en esas reacciones, las funciones ácido se fijan fácilmente a las proteínas. Por eso deben participar en el aroma los ácidos carboxílicos de cadena mediana.

García (1996), supone que las fracciones carbonil son las responsables del aroma típico de los productos ahumado, además considera que existen grupos fenólicos que dan el aroma característico del humo.

Fernández (1995), el aroma es proporcionado en gran parte por la fracción fenólica (siringol, y 2-6 dimetoxi-metil-fenol); otros constituyentes participarían también en el olor.

### **c. Otras reacciones químicas**

Según Mohler (1982), menciona que, la reacción de los carbonilos, especialmente del formaldehído, es una de las más importantes en relación con la acción del humo sobre las proteínas. La liberación de agua entre el formaldehído, por un lado, y dos grupos NH, por otro, convierte las pequeñas moléculas en otras mayores. Los grupos NH se unen entre sí cuando forman parte de las moléculas proteicas. Si se producen varias uniones, sobreviene una reticulación irreversible que tiene gran influencia sobre la solubilidad. La gelatina por ejemplo se endurece, el colágeno fresco se curte y se hace insoluble en agua.

**Sabor:** 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).

**Textura:** En general, el pescado queda blando y tierno, con un endurecimiento suave en la superficie del producto. Las modificaciones básicas son: 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).

#### **2.6.4 Factores que afectan la calidad del humo**

La humedad de la madera y la tasa de combustión son reguladas por el ingreso de aire. Si la madera húmeda es calentada con

combustión lenta, produce una destilación sin descomposición de los componentes de la misma; en cambio, si el ingreso de aire a una madera seca es abundante, se originan llamas y hay una destrucción parcial o total de sustancias orgánicas produciéndose óxido de carbono. Todo producto que va a ser ahumado requiere un salado previo y posteriormente se realiza el ahumado, que combina sus tres efectos fundamentales de: preservado por fenoles, secado con el calor producido por la fuente de humo y cocido, que es opcional en caso de que la carne se ahúme a alta temperatura, se destruirán enzimas y bacterias, Fernández (1995).

#### 2.6.5 Componentes del humo

El humo está formado por una fase gaseosa (aire) y una fase sólida o líquida constituida por pequeñas partículas entre las que se encuentran compuestos considerados cancerígenos que son los benzopireno que se produce a altas temperaturas, Carballo y Madrid (2001), En el Cuadro 8, se muestra los componentes del humo y sus efectos.

CUADRO 8. COMPONENTES DEL HUMO.

Componentes del humo	Acción
Compuestos fenólicos	Desarrollo de sabor Conservación Antioxidantes
Aldehídos y cetonas Ácidos orgánicos	Desarrollo de color Coagulación de las proteínas

Fuente: Carballo y Madrid (2001).

### **2.6.5.1 Hidrocarburos aromáticos policíclicos**

Fernández (1995), son muy numerosos en el humo, pero poco importantes en cuanto a su concentración en el producto ahumado, sólo del orden de ppb. Solamente el 3-4 benzopireno y el dibenzantraceno despiertan la atención por su posible efecto cancerígeno. Los valores de estas sustancias se reducen a temperaturas de combustión inferiores a 450°C, estudios realizados en diferentes tipos de pescado ahumado, indican que los valores más elevados no superan 1 ppb, valor máximo admitido por la Organización Mundial de Salud (OMS).

García (2010), la formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos se produce cuando la materia orgánica es expuesta a temperaturas elevadas, mediante un proceso de pirolisis y de condensación se originan cuando se alcanzan temperaturas por arriba de los 400°C, pueden originarse a partir de los radicales libres o del naftaleno, el cual es un componente del humo, este compuesto consta de dos anillos aromáticos al que se le puede adicionar fácilmente otro anillo bencénico y así sucesivamente.

CUADRO 9. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LOS HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAH).

Compuestos PAH	Punto de fusión (°C)	punto de ebullición (°C)	Solubilidad µg/L
Fenantreno	101	340	1050-1290
Antraceno	216	342	41-75
Fluorantreno	111	375	201-265
Pireno	150	393	132-145
Benzo (a) antraceno	158	400	10-14
Criceno	255	448	1.9-6
Benzo (e) pireno	168	481	2.4
Benzo (b) fluranteno	179	493	2.4-6.3
Benzo (k) fluranteno	216	481	0.7-0.8
Benzo (a) pireno	178	495	1.8-4.8
Benzo (g,h,i) pirileno	278	542	0.3-5.52
Dibenzo (a,h) antraceno	266	524	0.6-5.0
Indeno(1,2,3-c,d) pireno	164	534	0.19-2.6

Fuente: Soriano (2009).

### 2.6.6 Propiedades bacteriostáticas del humo de madera

La fracción fenólica del humo de madera es la que posee la mayor acción en la inhibición del crecimiento bacteriano. Los más activos son los fenoles de más bajo punto de ebullición. Se ha observado que el *Staphylococcus aureus* se inhibió con el agregado de humo que contenía fracción fenólica. El efecto principal se da al prolongar la duración de la fase de latencia en forma proporcional a su concentración en el producto. Los fenoles de alto punto de

ebullición tienen una acción antibacteriana indirecta dada por su acción antioxidante según, Cabrera (2003).

### **2.6.7 Principios básicos del procesamiento térmico**

Casp y Abril (1999), la aplicación de calor sobre los alimentos no solamente va a afectar la carga microbiana, sino también actuará sobre el resto de las propiedades. Al efecto del calor sobre la flora del alimento se denomina destrucción térmica porque este es el único efecto buscado mientras que el efecto sobre el resto de sus componentes se le denomina cocción y acción sobre los constituyentes del alimento tales como (agua, lípidos, glúcidos, proteínas y vitaminas), se aplica para hacer que el alimento sea apropiado para el consumo, por ejemplo una carne se cuece mediante un proceso de asado para que consiga un aspecto más atractivo y más agradable posiblemente una digestión más fácil.

Flores (2000), el tratamiento térmico de cocción que se aplican industrialmente a los productos cárnicos pretenden alcanzar dos objetivos fundamentales: la destrucción de los microorganismos perjudiciales para la salud y de los capaces de causar alteraciones, con el fin de conseguir su seguridad, estabilidad y el desarrollo de sus características sensoriales típicas, consistencia, textura, aroma, sabor y color.

**Otros efectos producidos durante el proceso son:**

**Secado.-** El calor generado durante el proceso de ahumado contribuye a secar la carne con la consiguiente disminución de  $A_w$  (actividad de agua) necesaria para las funciones bacterianas.

**Coccionado.-** Cuando el proceso de ahumado es en caliente, la carne se cocina y se destruyen enzimas y se eliminan bacterias, según Fernández (1995).

**2.6.8 Resistencia de los microorganismos al calor**

La destrucción de los microorganismos por el calor no significa una destrucción en el sentido físico, sino más bien una pérdida de viabilidad, es decir una pérdida de la capacidad de reproducirse, en muchos estudios realizados generalmente se ha encontrado que los microorganismos viables al ser sometidos al calor húmedo se inactivan o destruyen exponencialmente con el tiempo de exposición a una temperatura total, ITP (1997).

**2.6.8.1 Microorganismos en productos ahumados y empacados al vacío**

Según NTS N° 071- MINSA/DIGESA (2008), en la Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, en el cuadro 10, se muestra los microorganismos presentes en los productos ahumados y empacados al vacío.

CUADRO 10. MICROORGANISMOS PRESENTES EN LOS PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS AHUMADOS EN CALIENTE.

Agente microbiano	Categoría	clase	N	C	Limite por gr	
					M	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Enterobacteriaceas	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Anaerobios sulfito reductores (*)	5	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25g	....

(\*) Solo para productos empacados al vacío.

Fuente: MINSA/DIGESA (2008).

**a. Enterobacteriaceas**

Para el recuento total de todos los miembros de la familia de las enterobacteriaceas, tanto los que fermentan como los que no fermentan la lactosa, se utiliza como fuente de carbono la glucosa en vez de la lactosa, en un medio biliar verde brillante, en el cual pueden desarrollarse todos los miembros de la familia, incluidos los patógenos, como los géneros *Salmonella* y *Shiguella*. Para la identificación de estos organismos son necesarios naturalmente en otros ensayos, Christopoulos, *et al* (1980).

**b. *Staphylococcus aureus***

Christopoulos, *et al* (1980), es un microorganismo altamente vulnerable a la destrucción por calor u otros procedimientos de higienización, cuando el microorganismo o sus enterotoxinas son

encontrados en los alimentos. Los alimentos son examinados bajo tres condiciones:

- 1) Para confirmar que es el agente causal de intoxicación.
- 2) Determinar que alimento es potencialmente fuente de intoxicación.
- 3) Para demostrar la contaminación post tratamiento, generalmente debido al contacto humano o pobre higienización de las superficies de contacto.

**c. *Salmonella sp***

El género salmonella se incluye en la familia enterobacteriaceas, integrada por bacilos Gram negativos anaerobios facultativos poseen por lo tanto, las características generales de las enterobacterias son fermentadores de la glucosa, catalasa positivo, oxidasa negativo y suelen ser móviles, el hábitat de *salmonella* es el tracto intestinal del hombre y animales, los alimentos más altamente contaminados son los de origen animal (huevos, carnes rojas y blancas), Christopoulos, *et al* (1980).

**d. *Clostridium sulfito reductores***

La toxiinfección alimentaria producida por *C. perfringens*, tiene lugar cuando los alimentos tales como carnes o pollo, son cocinados y luego guardados sin una adecuada refrigeración, previamente a su consumo. El nivel de oxígeno puede ser suficientemente disminuido durante la cocción como para permitir el desarrollo de clostridios. Puesto que las esporas de algunas

especies resisten hasta 100°C durante más de una hora, su presencia en cierta clase de alimentos es inevitable, pero la presencia de gran número de *C. perfringens* en alimentos cocinados indica tratamiento inadecuado del mismo, pues este gran número proviene de las esporas que sobrevivieron a la cocción y que condiciones inadecuadas mantenimiento han permitido germinar y multiplicar, Christopoulos, *et al* (1980).

#### **2.6.9 Ahumado de carnes**

Actualmente el ahumado de las carnes puede considerarse como una fase del tratamiento térmico de la carne que persigue su desecación y madurado, o como un proceso genuino de ahumado que le imparte un aroma característico, otros efectos deseables logrados con el ahumado son: mejorar el color de la masa de la carne, obtener brillo en la parte superficial y el ablandamiento de la carne. El ahumado favorece la conservación de los alimentos por impregnación de sustancias químicas conservadores presentes en el humo de las maderas, en una acción combinada de estos conservadores con el calor durante el proceso de ahumado con la cocción posterior y la desecación superficial de las carnes, Flores (2004).

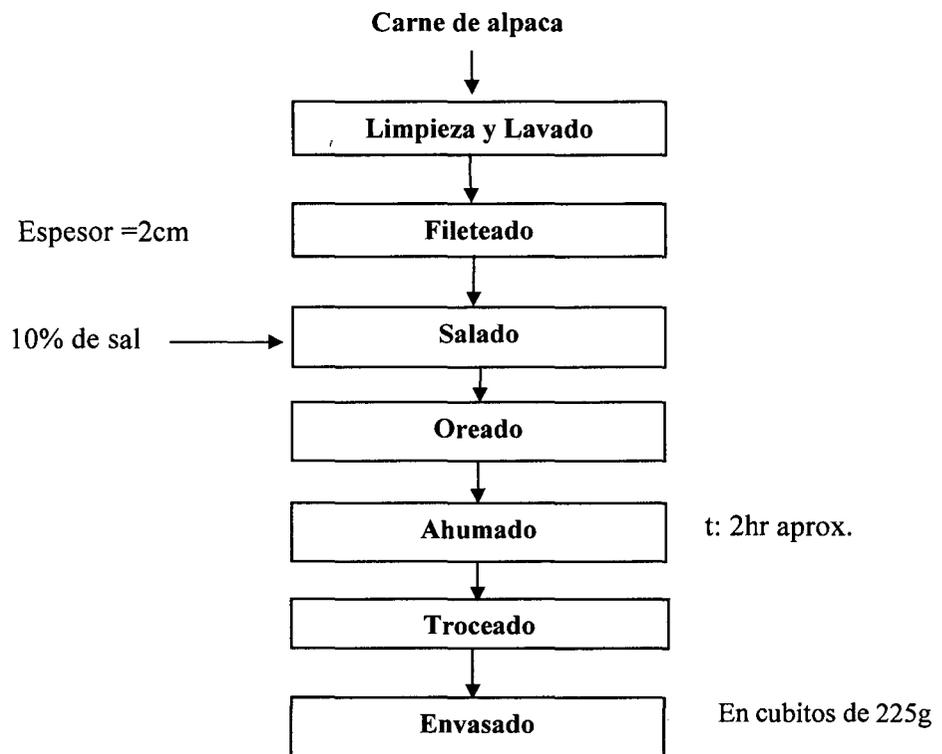
**FIGURA 1: Productos cárnicos ahumados**



Fuente: Flores (2004)

#### **2.6.9.1 Preparación de las carnes para el ahumado**

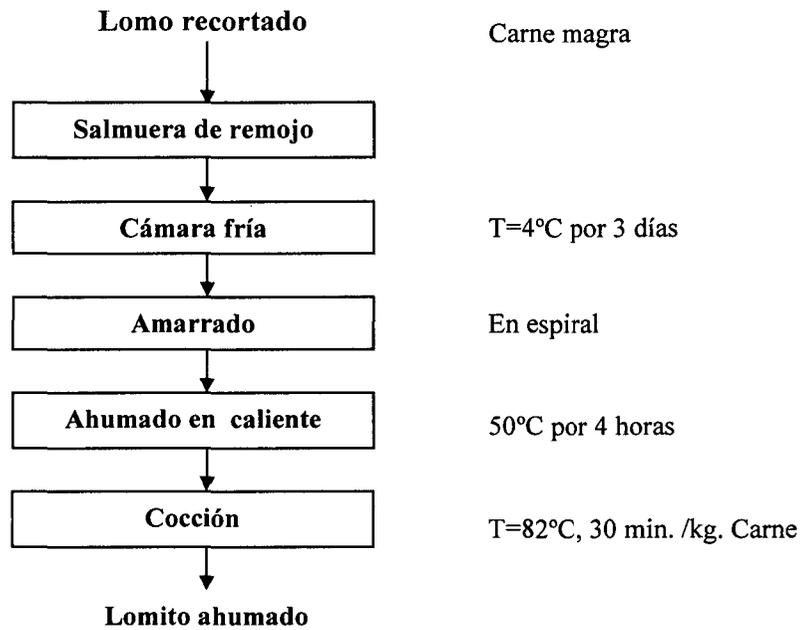
Este proceso es el resultado de la aplicación de técnicas mejoradas de salado, curado y ahumado de las carnes su preparación para este proceso se debe preparar una solución que contenga los ingredientes del salado (sal), curado (nitritos) y ahumado (humo líquido), junto con los condimentos básicos específicos para cada animal corte o pieza de carne. Todas las carnes que se van a someter al ahumado deberán estar condimentadas o por lo menos con el nivel de sal mínimo necesario. Generalmente el día anterior se prepara una mezcla de sal y condimentos, que se frota en la superficie de las carnes y se dejan en reposo, Flores (2004). En la Figura 2, se muestra el diagrama de procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada.



Fuente: Mamani (1994).

FIGURA 2: Diagrama de procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada.

**Lomito ahumado:** es un producto tipo jamón, elaborado con carne de cerdo seleccionado condimentado con finas especias naturales, este producto pasa por un proceso de ahumado. Cabrera (2003).



Fuente: Hernández (1993).

FIGURA 3: Flujo de proceso recomendado para un producto tipo jamón ahumado.

### 2.6.9.2 Principales defectos de los productos ahumados

Los principales defectos son: Según, Salva (2010).

#### Color

- El agrisado de los productos ahumados se produce por el mantenimiento de temperaturas excesivamente altas durante el salado.
- Las zonas verdosas tiene su origen en la oxidación de los pigmentos musculares por la acción desdobladoras de las peroxidasas sobre el agua oxigenada que se forma bajo la influencia de ciertas especies bacterianas.
- El enmohecimiento también puede originar la formación de un color anómalo.

### **Sabor**

- Pueden aparecer diversas alteraciones como consecuencia del empleo de recipientes sucios, alimentación de los animales, contaminación con desinfectantes, etc.

### **Textura**

- El reblandecimiento de carnes ahumadas significa que las piezas no resultaron saladas por completo. La consistencia blanda y elástica resulta del empleo de salmueras débiles y por la utilización de carne de animales fatigados o estresados.

#### **2.6.10. Alteraciones más comunes en los productos ahumados**

Según, Fernández (1995), las alteraciones que se presentan en productos ahumados son:

- a. Oxidación y enranciamiento:** se presentan con mayor frecuencia en ahumados en frío dado que sus tiempos de almacenamiento son más prolongados.
- b. Enmohecimiento:** se da con más frecuencia en ahumados en frío aún a temperaturas de refrigeración.
- c. Putrefacción:** se presenta comúnmente en ahumados en caliente y son dos tipos: la putrefacción húmeda por ahumado insuficiente y la putrefacción seca, por almacenamiento prolongado.

#### **2.6.11 Conservación del producto ahumado**

Gustavo (1990), una vez finalizado el proceso y obtenido el producto ahumado, se puede proceder a su envasado. Existe la posibilidad de conservar el producto entero o en rodajas, en general

se envasa al vacío o en aceite para proceder así a su comercialización. el procedimiento de envasado en aceite se realiza en frascos de PVC cristal, aprobados por el código para alimentos envasados. Este tipo de envasado puede ser de mayor utilidad para los acuicultores alejados de los medios urbanos.

## CAPITULO III

### 3. PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1 Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Productos Agroindustriales y la evaluación sensorial en el Laboratorio de control de calidad de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

#### 3.2 Materia prima

La carne de alpaca fue obtenida en el camal de la comunidad de Iscahuaca, distrito de Cotaruse de la provincia de Aymaraes del departamento de Apurímac. Una cantidad de 2 carcasas en los meses de setiembre y noviembre del 2011.

**Edad:** 2 años

**Raza:** Huacaya macho.

##### a. Identificación de cortes comerciales

Según la NTP 201.043.2005.

**Brazuelo:** zona anatómica lateral cuya base ósea es el húmero cúbito y radio incluyendo la escapula.

**Lomo:** zona anatómica lumbar y sacra, cuya base ósea son las vértebras dorsales y lumbares.

**Pierna:** zona anatómica del muslo y pierna cuya base ósea es el fémur, tibia y peroné, incluyendo el hueso coxal.

## **b. Bases técnicas para la clasificación**

Según la NTP 201.043.2005.

**Conformación:** relación armoniosa entre el tejido muscular y óseo de la carcasa.

**Acabado:** estado de gordura del animal determinada por la cantidad, distribución, infiltración, almacenamiento y cobertura del tejido adiposo en una carcasa.

## **c. Las carcasas de alpacas y llamas se clasificaran de acuerdo a los factores y bases técnica**

**Extra:** carcasas de alpacas y llamas, de machos enteros o capones, hasta 2 dientes permanentes de edad, de excelente configuración ósea, excelente desarrollo muscular sin exceso de grasa, según la NTP 201.043.2005.

### **3.3 Materiales, equipos e insumos**

#### **3.3.1 Materiales**

- 12 kg de aserrín en forma viruta de naranjo
- 15 kg de marlo de chocho
- 01 Tabla de picar de 36x24cm
- 01 Cuchillo de acero inoxidable de marca Facusa grande
- 01 Cuchillo de acero inoxidable de marca Tramontina pequeño
- 03 Bandejas de acero inoxidable de 38 x 48cm
- 03 Ollas de acero inoxidable de 5L, 6L y 7L
- 01 Mesa acrílica 1.20 x 1.80 m
- 180 Ganchos de acero inoxidable

- 01 Jeringa de 5ml
- 01 Cucharita pequeña
- 12 Unidades de gasa
- 01 Tela 20x30 cm
- Pintas de aluminio
- Espátula de madera y aluminio
- Papel filtro N° 42

### **3.3.1.1 Materiales de vidrio y porcelana**

- Probetas de 50ml, 100ml y 250ml marca pirex
- Bureta de 250ml marca pirex
- Pipetas de 0.5ml, 1ml, 5ml, 10ml y 20ml marca pirex
- Tubos de ensayo de 30ml marca pirex.
- Matraz Erlenmeyer de 500ml marca pirex
- Balones de 1000ml marca pirex
- Vasos de precipitado de 250ml y 500ml marca pirex
- Placas Petri de 50 a 100g marca pirex
- Crisoles de porcelana de 5g
- Embudos de 100ml y 200ml marca pirex
- Termómetro de acero inoxidable bimetálico de uso genérico
- Mortero de porcelana de 200g y 500g.
- Fiólas de 250ml marca pirex

### **3.3.2 Equipos**

- Equipo Soxhlet, para determinar la grasa
- Equipo micro Kjeldhal, para determinar proteínas

- Acidómetro
- Estufa Memert universal, 30-120°C, modelo TV-40 para determinación de humedad.
- Mufla 0-600°C marca Labpor. Para la determinación de la ceniza
- Cuenta colonias
- Microscopio
- pH-metro
- Incubadoras
- industrial y a gas inerte de (100°C)
- 01 Balanza mecánica de marca ACURA de (20kg)
- 01 Balanza analítica PCE-LS 500 de 500 g de capacidad
- 01 Envasadora al vacío de marca VACUUN
- 01 Congeladora multifuncional de marca COLD MASTER
- 01 Ahumador artesanal 120 cm x 60cm
- 01 Cocina a gas semi industrial de 2 hornillas

### **3.3.3 Insumos**

- Sal común
- Sal de cura (4%)
- Polifosfato
- Azúcar rubia
- Agua hervida fría

### **3.3.4 Reactivos utilizados en análisis químico proximal**

- Ácido sulfúrico 1N
- Éter de petróleo

- Catalizador (sulfato de cobre, sulfato de potasio y selenato de sodio) 1g
- Ácido bórico al 4% 5ml
- Hidróxido de sodio al 40% 20ml
- Ácido clorhídrico a 0.05N

### **3.3.5 Reactivos utilizados en análisis físico**

- Indicador de fenolftaleína
- Hidróxido de sodio a 0.5 N

### **3.3.6 Medios de cultivo y Reactivos utilizados en análisis**

#### **microbiológicos**

En el siguiente cuadro 11, se muestran la relación de medios de cultivo y reactivos utilizados en el análisis microbiológico de los mejores tratamientos de la investigación.

CUADRO 11. MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Medio y reactivos	Medio y reactivos
- Agar para recuento en placa	- Caldo nutritivo
- Solución salina peptonada en tubos	- Agua destilada
- Caldo verde brillante lactosa bilis 2%	- Reactivo de kovacs
- Agar Eosina azul de metileno	- Solución buferada de gelatina-cloruro de sodio
- Triple azúcar hierro	- Agar baird-parker
- Caldo para descarboxilación de la lisina	- Agar tripticase soya
- Caldo triptona	- Caldo cerebro corazón
- Agar citrato simons	- Plasma de conejo con EDTA
- Caldo Clark lubs	- Agar toluidina DNA agar TDA
- Agar nutritivo	- Agar extracto de levadura
- Solución de rojo de metilo	- Parafina estéril
- Reactivo de voges proskauer	- Agua oxigenada
- Caldo lactosado	- Caldo tioglicolato medio carne cocida
- Caldo selenito	- Agar VL-sangre
- Caldo tetracionato	- Emulsión de yema de huevo
- Agar <i>salmonella shiguella</i>	- Medio nitrato movilidad

Medio y reactivos	Medio y reactivos
	buferada
- Agar sulfito bismuto	- Discos de gelatina de kohn
- Agar lisina-hierro	- Leche-hierro
- Agar fenilalanina	- Medio para investigación de lactosa
- Caldo de fermentación de dulcitol	- Reactivo para la coloración Gram
- Caldo triptona para indol	- Reactivo para el test de nitritos
- Caldo KC N	- Agua peptonada
- Agar motilidad	- Medio para investigar la producción de lecitinasas

### 3.4 Metodología

#### 3.4.1 Etapa I: Obtención de la leña

La obtención de materiales de combustible para el procesamiento del ahumado fue:

**Leña 1.** Aserrín de naranjo procedente del distrito de Casinchiua provincia de Abancay.

**Leña 2.** Marlo de choclo procedente de la comunidad de Carcatera y Pachachaca de la provincia de Abancay.

**a. Características físicas de la leña**

**Tamaño de partícula**

**Aserrín de naranjo:** 3cm de largo, 1.5cm de ancho y 0.1mm de espesor.

**Marlo de choclo:** 10 a 15cm de largo, 2 a 3cm de diámetro mayor y 1.5 a 2cm de diámetro menor.

**Humedad**

La humedad se calculó según el método (A.O.A.C., 2005).

**Aserrín de naranjo:** 15%

**Marlo de choclo:** 16%

**3.4.2 Etapa II: Análisis de la carne fresca de alpaca**

**a. Características físicas y organolépticas**

Para la investigación se determinó las siguientes características físicas organolépticas según la NTP 201.043.2005.

**b. Análisis químico proximal y fisicoquímico**

- **Humedad:** Se determinó según los procedimientos establecidos de la norma (A.O.A.C., 2005).
- **Proteínas:** Se determinó de acuerdo al método de Micro-Kjedahl, (A.O.A.C., 2005).
- **Ceniza:** A 550°C, durante 8 horas según la norma (A.O.A.C., 2005).
- **Grasas:** Se determinó según el método Soxhlet, (A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A. 2005).
- **Carbohidratos:** Se determinó por diferencia según el método (AOAC, 2000).

### **c. Análisis fisicoquímico**

- **pH:** Se determinó según el método de referencia (NTP ISO 2917:2005).
- **Acidez:** Se determinó según el método , (NTP ISO 4134:2006)

### **3.4.3 Etapa III: Procesamiento de los filetes de carne de alpaca ahumada**

#### **3.4.3.1 Preparación de salmuera**

La salmuera se preparó al 10% de concentración de sal para los tres tiempos de salado de 6, 9 y 12h. Para lo cual se llevó a hervir el agua con 10% de sal en tres ollas de acero inoxidable y fue enfriado durante 24h en un lugar protegido luego se procedió a separar el sedimento que quedó en la base de la olla colando con una tela a otra olla, para cada tiempo de salado se utilizó una olla con salmuera corriente limpia y colada, el cual fue utilizada para preparar la salmuera con los insumos (sal de cura, polifosfato y azúcar), el polifosfato es insoluble en agua fría el cual se diluyó aparte en un recipiente pequeño con agua hervida caliente y se enfrió, luego se mezcló a la olla agitando durante 10 minutos hasta lograr la homogenización completa, y posteriormente se colocó los filetes de carne de alpaca.

#### **Nota:**

El porcentaje de sal inicial y final de la salmuera fue determinado con la densidad mediante la técnica de picnometría, según la tabla de propiedades de las salmueras compuestas de sal pura (NaCl) y agua pura (Anexo 24).

### 3.4.3.2 Flujo definitivo para Procesamiento de filetes de carne

#### de alpaca ahumada

Para el procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada, se utilizó carne fresca de alpaca de clasificación extra, partes piernas, brazuelos y lomo. A continuación en la figura 4, se muestra el diagrama de flujo.

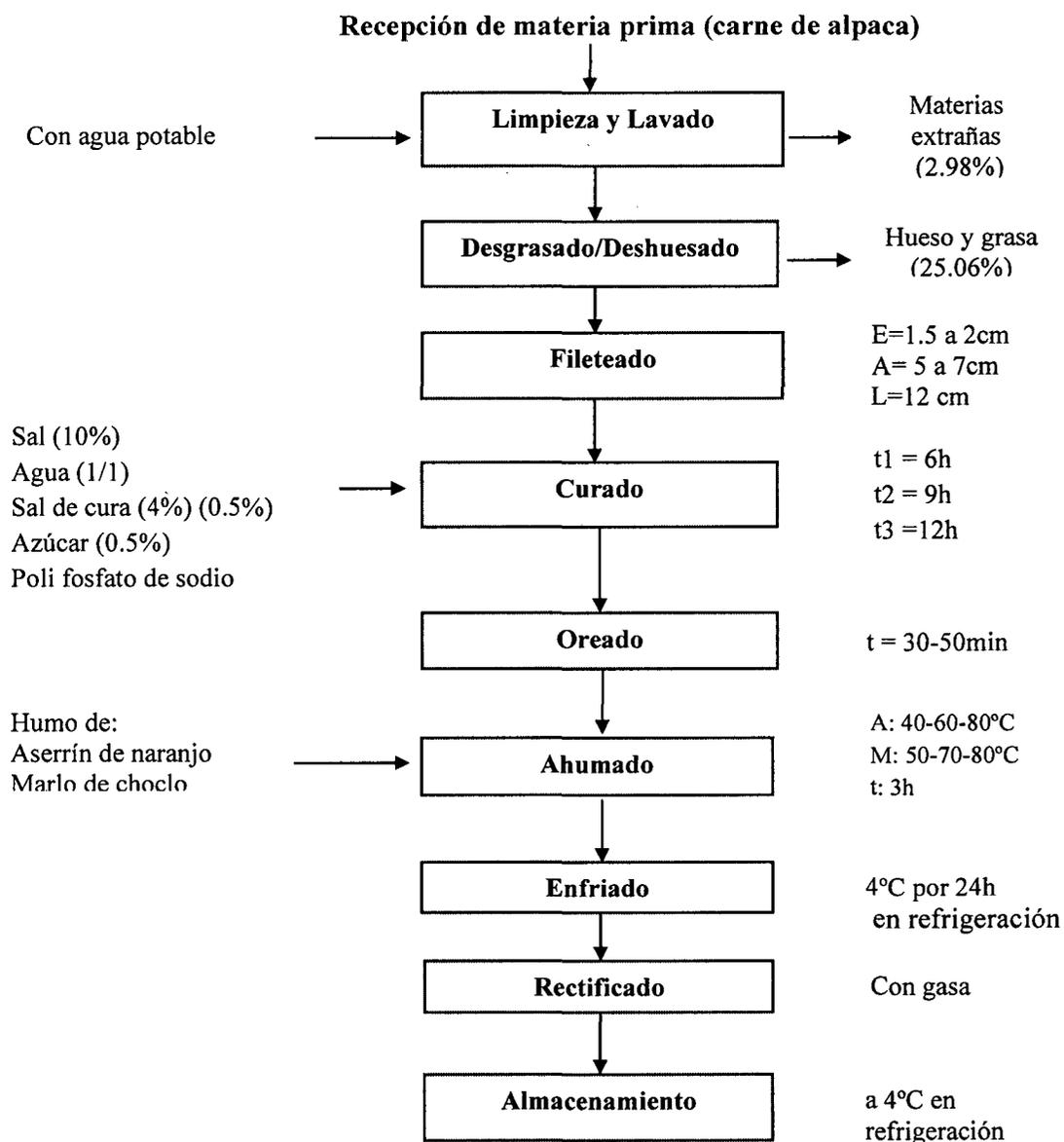


FIGURA 4. Flujo definitivo para el procesamiento de filetes de carne de alpaca ahumada.

Descripción de todas las operaciones seguidas en el proceso.

### **Limpieza y lavado de la materia prima**

Se realizó la limpieza y lavado para eliminar restos de materias extrañas etc., con un chorro de agua.

### **Deshuesado y desgrasado**

Se separó grasa, cartílago y hueso de la carne para obtener solo pulpa, esta operación se realizó cuidadosamente sin cortar en pedazos, para poder filetear con las características que se mencionan en la siguiente etapa.

### **Fileteo**

Esta operación se realizó manualmente, con las siguientes características de 1.5 a 2cm de espesor, de 12cm de largo, ancho de 5 a 7cm y 150 a 200g/filete y se trabajó con 14.5kg de carne pura pulpa.

### **Curado**

Esta operación consistió en tratar los filetes en salmuera con 10% de sal en agua hervida, enfriada durante 24h y colada en una tela limpia, luego se mezcló con sal de cura (4%) a 0.5%, azúcar 0.5%, polifosfato de sodio 0.5%, esta fue preparado en otro recipiente en agua hervida una vez diluida se enfrió y se agregó a la salmuera agitando durante 10 minutos. Luego fue colocado los filetes en las salmueras y el 20% de la salmuera fue inyectado a los filetes con una jeringa de 5ml en diferente tiempo salado de 6, 9 y 12h.

### **Oreado**

Los filetes de la salmuera fueron extraídos a una bandeja de acero inoxidable y separados para distinguir los filetes para ahumar con aserrín de naranjo y marlo de choclo. Luego colocados en ganchos de acero inoxidable para ser rotulados y colgados en las cuerdas al medio ambiente de 30 a 50 minutos hasta que los filetes lograron obtener un brillo característico.

### **Ahumado**

El ahumado se realizó con dos tipos de leña, aserrín de naranjo y marlo de choclo, generando humo mediante la combustión incompleta en un ahumador artesanal, incrementando gradualmente la temperatura en tres etapas diferentes: primera etapa de enrojecimiento y secado de 40 a 50°C por 1h con aserrín de naranjo y con marlo de choclo por 50 minutos; en la segunda etapa para iniciar y acelerar la curación se incrementó a 60°C con aserrín de naranjo por 40 minutos y con marlo de choclo a 70°C por 50 minutos; en la tercera etapa la temperatura se incrementó a 80°C con aserrín de naranjo y marlo de choclo por 1h y 20 minutos; el tiempo total de ahumado fue por 3h para ambos tratamientos hasta lograr la precocción, donde empieza la coagulación de la estructura proteica, destrucción de los microorganismos e inactivación de las enzimas de la carne y obtención de las características sensoriales deseadas en cuanto a sabor, olor, color, textura, aspecto general.

CUADRO 12. TEMPERATURA Y TIEMPO DE AHUMADO

<b>Etapas</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Leña</b>
I	40	1	Aserrín
	50	50 min	Marlo
II	60	40 min	Aserrín
	70	50 min	Marlo
III	80	1h y 20min	Aserrín
	80	1h y 20min	Marlo

#### **Enfriado**

Se procedió a enfriar los filetes ahumados en forma uniforme durante un tiempo de 24h en refrigeración a 4°C.

#### **Rectificado**

Esta operación se realizó utilizando una gasa para eliminar restos de humedad y restos de hollín cada filete para su posterior envasado.

#### **Almacenamiento**

El almacenamiento de los filetes de carne de alpaca ahumado y envasado al vacío se realizó en una congeladora multifuncional a 4°C durante 10 días.

### **3.4.4 Etapa IV: Caracterización de los filetes de carne de alpaca ahumada**

#### **3.4.4.1 Evaluación sensorial de los filetes de carne de alpaca**

##### **ahumada**

En esta etapa se evaluó el grado de satisfacción y las características organolépticas como son el sabor, olor, color textura y aspecto

general. Con 30 panelistas no entrenados cada panelista degustó 6 tratamientos los cuales son: (S12A, S9A, S6A, S12M, S9M, S6M), a los cuales se le asignó un código diferente a cada tratamiento. Para la degustación se llevó a la cocción cada tratamiento por separado, cada panelista degustó 6 muestras para evaluar el grado de satisfacción, para lo cual cada panelista utilizó agua y galleta agua para evitar influencia de sabor. Para determinar las características sensoriales cada panelista evaluó 6 muestras empacados al vacío. La evaluación sensorial se realizó por el método de escala hedónica de 9 puntos propuesto por Anzaldúa (1994).

#### **3.4.4.2 Determinación de los componentes químicos proximal y fisicoquímico de los mejores tratamientos**

##### **a. Químico proximal**

En esta etapa se trabajó solo con los mejores tratamientos que son, S9A y S9M a estos se realizó los siguientes análisis.

**Humedad:** Se determinó según el método de secado en estufa hasta obtener un peso constante, (A.O.A.C., 2005).

**Proteínas:** Se determinó según el método de Micro-Kjedahl, (A.O.A.C., 2005).

**Cenizas:** Se determinó según el método de incineración, (A.O.A.C., 2005).

**Grasas:** Se determinó según el método Soxhlet, (A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A. 2005).

**Carbohidratos:** Se determinó por diferencia según el método (A.O.A.C. 2000).

**b. Físico químico**

**pH.** Se determinó mediante el método de referencia para la medición del pH en todo tipo de carnes y productos cárnicos el pH del extracto acuoso según, (NTP ISO 2917:2005).

**Acidez.** Se determinó según el método establecido en: (NTP ISO 4134:2006).

**3.4.4.3 Análisis microbiológico**

En el análisis microbiológico se trabajó sólo con los mejores tratamientos y se realizó los siguientes estudios de las bacterias que se mencionan a continuación.

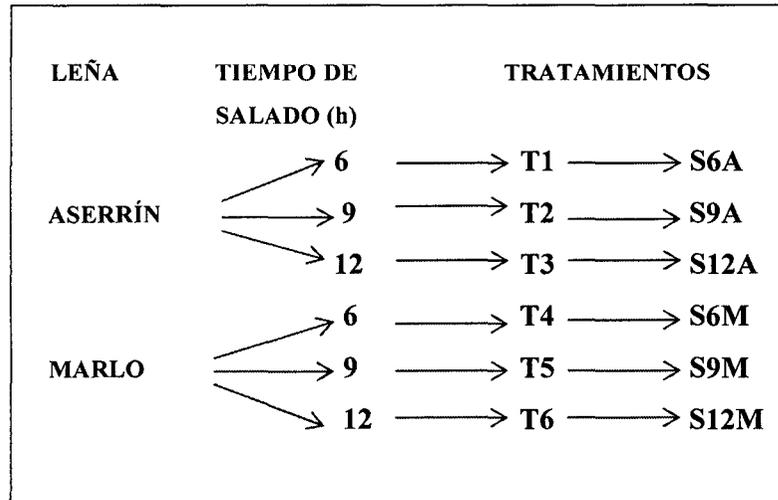
- **Aerobios mesófilos:** Se determinó según, NTP 201.030:1998.
- *Escherichia coli:* Se determinó según, NTP 201.047:1998.
- *Staphylococcus aureus:* Se determinó según, NTP 201.034:1998.
- *Clostridium perfringens:* Se determinó según, NTP 201.033:1998.
- *Salmonella sp:* Se determinó según, NTP ISO 6579:2005.

**3.4.5 Análisis estadístico**

En esta etapa se procesó los resultados de la evaluación sensorial mediante un diseño factorial 2x3 y con 3 repeticiones, utilizando 2 tipos de leña para el ahumado y 3 tiempos de curado para los filetes, estos resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre tratamientos y mediante una comparación de medias para

identificar a los mejores tratamientos en los atributos de sabor, color, olor, textura y aspecto general. Utilizando el paquete estadístico INFOTAD versión libre 2011,

CUADRO 13. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.



Para el efecto de resultado y discusión se consideran los siguientes códigos para los 6 tratamientos de la investigación que son los siguientes:

- T<sub>1</sub>= S6A a 6h de salado y ahumado con aserrín de naranjo
- T<sub>2</sub>= S9A a 9h de salado y ahumado con aserrín de naranjo
- T<sub>3</sub>= S12A a 12h de salado y ahumado con aserrín de naranjo
- T<sub>4</sub> = S6M a 6h de salado y ahumado con marlo de choclo
- T<sub>5</sub>= S9M a 9h de salado y ahumado con marlo de choclo
- T<sub>6</sub> = S12M a 12h de salado y ahumado con marlo de choclo

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Resultados del análisis de la carne fresca de alpaca

##### a. Características físicas y organolépticas de la carne fresca de alpaca

**Aspecto general:** Con buen terminado y aprobado por la inspección sanitaria.

**Color:** Característico

**Olor:** Sui generis

**Consistencia:** Firme y elástica al tacto

Según la NTP 201.043.2005. El aspecto general debe presentar un buen terminado y ser aprobado mediante la inspección sanitaria, el color debe ser característico, olor sui generis y exento de cualquier olor anormal, de consistencia firme y elástica al tacto.

Entonces la carne fresca de alpaca cumplió con las especificaciones de la NTP mencionada.

##### b. Análisis químico proximal de la carne fresca de alpaca

Los resultados de análisis químico proximal de la carne fresca de alpaca utilizada en el procesamiento de filetes de carne ahumado de alpaca se muestran en el Cuadro 14.

CUADRO 14: RESULTADOS DE QUÍMICO PROXIMAL DE LA CARNE DE ALPACA FRESCA.

Composición química	Porcentaje (%)
Humedad	71.20
Proteína	22.60
Grasa	3.88
Ceniza	1.52
Carbohidratos	0.12

### **Humedad**

El contenido de humedad que se determinó en carne de alpaca fresca, utilizada como materia prima para el procesamiento de filetes ahumado es 71.20%. Sin embargo, Collazos *et al*, (1996), reporta 73.9% de humedad y Téllez (1990), determinó 69% de humedad.

Entonces la humedad que se determinó es similar a los valores reportados por dichos autores.

### **Proteína**

Se determinó 22.60% de proteínas en la materia prima; Bustinza (1993), determinó 21.2% de proteínas; Ayala (2010), menciona que las alpacas alimentadas con pastos nativos tienen 21% de proteínas y Desco (1998), considera que la carne de alpaca tiene un contenido proteico de 21.88%.

Entonces el contenido de proteínas de la carne fresca de alpaca es mayor que otras carnes, estos se deben a la saca por los meses de

setiembre y noviembre, factores climáticos y el tipo de alimentación.

### **Grasa**

Se determinó 3.88% de contenido de grasa en la materia prima, Ayala (2010), determinó 4% de grasa y Téllez (1990), determinó 6% de grasa.

Entonces el contenido de grasa es menor que los datos reportados por dichos autores, debido a factores climáticos y el tipo de alimentación.

### **Ceniza**

Se determinó 1.52% de ceniza en la materia prima; Collazos *et al*, (1996), reporta 1.2% de ceniza; Cabrera (2003), determinó 1.02% de ceniza.

Entonces el contenido de ceniza de la materia prima es mayor, esto se debe básicamente al tipo de alimentación con pastos nativos que contiene mayor contenido de minerales.

### **Carbohidratos**

Se determinó 0.12% de carbohidratos en la materia prima; Collazos *et al*, (1996), reporta 0% de carbohidratos en carne fresca de alpaca. Cabrera (2003), menciona que los carbohidratos se encuentran por debajo de 1%.

Entonces el contenido de carbohidratos en carne fresca de alpaca se encuentra en mínimas cantidades por debajo de 1%.

### C. Resultados del análisis fisicoquímico de la carne fresca de alpaca

CUADRO 15: COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CARNE DE ALPACA

Composición fisicoquímico	Valor
pH	5.95
Acidez (ácido láctico)	0.09%

#### pH

Se determinó 5.95 de pH en la carne fresca de alpaca; Cabrera (2003), determinó 6.18 en piernil de alpaca y 5.6 de pH en lomo de alpaca, Jacint (2009), establece los rangos para carne normal de 5.8 a 6.3 de pH y NTP 201.043:2005 establece que la carne fresca de alpaca debe estar entre 5.5 a 6.4 de pH.

El valor de pH obtenido en la investigación se encuentra dentro de los rangos establecidos por la NTP mencionada.

#### Acidez

Se determinó 0.09% de acidez expresado en ácido láctico en la carne fresca de alpaca, Bustinza (1993), determinó un promedio de 0.60% de acidez expresado en ácido láctico en carne fresca de alpaca.

Entonces la acidez de la carne fresca se encuentra por debajo de los datos reportados por dicho autor.

**Nota:** la concentración de sal en la salmuera se determinó por pignometría (anexo 24) y el rendimiento se determinó mediante la regla de tres simple (anexo 25).

### Concentración de la salmuera

Concentración inicial (S9) = 8.974% de Sal

Concentración final (S9) = 6.863% de Sal

### Rendimiento

S9A = 100.00% y S9M = 97.77%

## 4.2 Resultados de la evaluación sensorial de los filetes de carne de alpaca ahumada

### 4.2.1 Sabor

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para el atributo sabor.

CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR.

F.V	SC	g l	CM	F	p-valor
Modelo	21.03	5	4.21	1.43	0.2170
Combustible	0,05	1	0.05	0.02	0.8965
Tiempo	20.54	2	10.27	3.48	0.0328
Combustible*tiempo	0,43	2	0.22	0,07	0.9292
Error	513.03	174	2.95		
Total	534.06	179			

CUADRO 17. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA ATRIBUTO SABOR.

Tratamientos	Medias	N	E.E	Significancia
S9A	6.37	30	0,34	A
S9M	6,30	30	0,34	A
S12M	5.83	30	0,34	A
S12A	5.67	30	0,34	A
S6A	5.53	30	0,34	A
S6M	5.53	30	0,34	A

Luego de realizar el análisis de varianza del atributo sabor a un nivel de significancia de  $\alpha= 0.05$ , se obtuvo los siguientes resultados ( $F=0.07$ ) y ( $p=0.9292$ ), en donde se observa que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ni tampoco los jueces pudieron identificar el mejor tratamiento. Entonces no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, esto se debe a que predominó el sabor a humo.

#### 4.2.2 Olor

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo olor.

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO OLOR.

F.V	SC	g l	CM	F	p-valor
Modelo	21.92	5	4.38	1.76	0.1239
Combustible	0.45	1	0.45	0,18	0.6715
Tiempo	14.03	2	7.02	2.81	0.0627
Combustible*tiempo	7.43	2	3.72	1.49	0.2281
Error	433.83	174	2.49		
Total	455.75	179			

CUADRO 19. COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL ATRIBUTO OLOR.

Tratamientos	Medias	N	E.E	Significancia
S9A	6,2	30	0,29	A
S12M	6,07	30	0.29	A B
S9M	5,97	30	0.29	A B
S6A	5,47	30	0,29	A B
S12A	5,40	30	0.29	B
S6M	5,37	30	0.29	B

Luego de realizar el análisis de varianza del atributo olor a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , se obtuvo los siguientes resultados ( $F=1.49$ ) y ( $p=0.2281$ ), donde se puede observar que si existieron diferencias significativas. Así mismo para determinar el mejor tratamiento se realizó una comparación de medias Fisher, en el que se determinó el mejor tratamiento S9A que tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas y diferente a los demás tratamientos; Según Mohler (1982), el aroma no depende solamente de los componentes del humo, sino también de sus reacciones con el sustrato; García (1996), supone que las fracciones carbonil son las responsables del aroma típico de los productos ahumado, además considera que existen grupos fenólicos que dan el aroma característico del humo; Fernández (1995), el aroma es proporcionado en gran parte por la fracción fenólica (siringol, y 2-6 dimetoxi-metil-fenol).

Entonces el mejor tratamiento fue el S9A con mayor aceptación sensorial por parte de los panelistas, esto se debe al tiempo, temperatura de ahumado y componentes del humo las fracciones carbonil y fenoles (siringol, y 2-6 dimetoxi-metil-fenol).

#### **4.2.3 Color**

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo color.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR.

F.V	SC	g l	CM	F	p-valor
Modelo	38.04	5	7.61	2.82	0.0177
Combustible	0.80	1	0.80	0.30	0.5866
Tiempo	34.01	2	17.01	6.31	0.0023
Combustible*tiempo	3.23	2	1.62	0.60	0,5500
Error	468.93	174	2.70		
Total	506.98	179			

CUADRO 21. COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL ATRIBUTO COLOR.

Tratamientos	Medias	N	E.E	Significancia
S9A	6,57	30	0,30	A
S9M	6.07	30	0,30	A B
S12M	5,57	30	0,30	B
S12A	5,43	30	0,30	B
S6A	5,33	30	0,30	B
S6M	5,30	30	0,30	B

En la evaluación sensorial del atributo color se obtuvo los siguientes resultados, luego de realizar el análisis de varianza a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  se obtuvo los siguientes resultados ( $F=0.60$ ) y ( $p=0.5500$ ) donde se puede observar que sí existieron diferencias significativas entre los tratamiento. Así mismo para determinar el mejor tratamiento se realizó una comparación de medias Fisher, en el que se puede observar que el mejor tratamiento es S9A que tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas y diferente a los demás tratamientos; Según Mohler (1982), 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 un oscurecimiento por polimerización u oxidación, la superficie absorbe también sustancias en forma de partículas procedentes de los carbohidratos, las más importantes son el furfural y sus derivados; Fernández (1995), determinó que el color se debe a las reacciones amino carbonil que suceden entre los compuestos carboxílicos y los grupos aminos de las proteínas (pardeamiento no enzimático de Maillard) en presencia de azúcares reductores, Carballo y Madrid (2001), determinó que los aldehídos y cetonas desarrollan el color; García (1996), indica que la intensidad y conservación del color dependen de muchos factores, es decir, proporción acuosa de la superficie, pH del sustrato, grado y duración del calentamiento, tipo y calidad de los insumos empleados y métodos utilizados en el proceso de ahumado, el incremento de la temperatura también provoca un oscurecimiento progresivo del color, entre 70 y 80°C se obtienen buenos resultados, mientras que a temperaturas muy altas como 95°C y 104°C, resultan productos de color muy oscuro y de mala apariencia.

Entonces el mejor tratamiento fue S9A con mayor aceptación por parte de los panelistas, esto se debe al tiempo y temperatura de ahumado, también se debe a los componentes del humo del grupo de aldehídos y cetonas que reaccionan entre los compuestos

carboxílicos y grupos aminos de las proteínas mediante pardeamiento no enzimático de Maillar.

#### 4.2.4 Textura

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura.

CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA.

F.V	SC	g l	CM	F	p-valor
Modelo	19.18	5	3.84	1.41	0.2219
Combustible	0.01	1	0.01	2.03	0.9640
Tiempo	18.10	2	9.05	3.33	0.0380
Combustible*tiempo	1.08	2	0.54	0.20	0.8202
Error	472.57	174	2.72		
Total	491.75	179			

CUADRO 23. COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL ATRIBUTO TEXTURA.

Tratamiento	Medias	n	E.E	Significancia
S9A	6.43	30	0,30	A
S9M	6.27	30	0,30	A B
S12A	5.83	30	0,30	A B
S12M	5.77	30	0,30	A B
S6M	5.70	30	0,30	A B
S6M	5.50	30	0,30	B

Luego de realizar el análisis de varianza del atributo textura a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  se obtuvo los siguientes resultados ( $F=0.20$ ) y ( $p=0.8202$ ), en donde se observa que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ni tampoco los jueces pudieron identificar el mejor tratamiento.

Entonces no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en atributo textura.

#### 4.2.5 Aspecto general

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo aspecto general.

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ASPECTO GENERAL.

F.V	SC	g l	CM	F	p-valor
Modelo	48.29	5	9.66	3.75	0.0033
combustible	2.01	1	2.01	0.78	0.3789
Tiempo	44.08	2	22.04	8.55	0.0003
Combustible*tiempo	2.21	2	1.11	0.43	0.6519
Error	448.43	174	2.58		
Total	496.73	179			

CUADRO 25. COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL ATRIBUTO ASPECTO GENERAL.

Tratamientos	Medias	n	E.E	Significancia
S9A	6.63	30	0,29	A
S9M	6.23	30	0,29	A B
S12A	5.63	30	0,29	B C
S6M	5.37	30	0,29	C
S12M	5.30	30	0,29	C
S6A	5.27	30	0,29	C

En la evaluación sensorial del atributo aspecto general, luego de realizar el análisis de varianza a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , se obtuvo los siguientes resultados ( $F=0.43$ ) y ( $p=0.6519$ ), donde se puede observar que no existieron diferencias

significativas entre los tratamientos ni tampoco los jueces pudieron identificar el mejor tratamiento.

Entonces no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en atributo aspecto general.

### **4.3 Resultados químico proximal y fisicoquímico de los mejores tratamientos de filetes de carne de alpaca ahumada**

#### **4.3.1 Composición químico proximal de S9A y S9M**

En el cuadro 20, Se muestra el análisis químico proximal de los mejores tratamientos del producto ahumado que resultaron S9A y S9M con mayor aceptación por parte de los panelistas.

CUADRO 21. RESULTADOS QUÍMICO PROXIMAL DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE FILETES DE CARNE DE ALPACA AHUMADA.

<b>Componentes químico proximal</b>	<b>Tratamiento (S9A)</b>	<b>Tratamiento (S9M)</b>
Humedad %	71.72	60.27
Proteína %	20.33	28.26
Grasa %	3.75	5.18
Ceniza %	4.20	6.24
Carbohidratos %	0.00	0.05

#### **4.3.1.1 Efecto en el contenido de humedad**

El contenido de humedad del producto ahumado S9M presentó 60.27% de humedad y el S9A presentó 71.72% de humedad;

Vareltzis *et al.* (2005), quienes reportaron que en el ahumado Chaparreta (*Sparus aurata*) disminuyó el contenido de humedad y aumentó el contenido de proteína y grasa en el producto final; Figuera *et al* (2005), reportaron que en atún ahumado, la humedad disminuyó después del proceso desde 69.7% hasta 64.3%, Vishwanath *et al* (1998), determinaron que durante el ahumado de anguila (*Monopterus albus*) disminuyó el contenido de humedad desde 77% hasta 45.7%; Yanar *et al* (2006), encontraron que al ahumar Tilapia (*Oreochromis niloticus*), la humedad disminuyó de 76.87 hasta 67.96%.

Entonces el tratamiento con menor porcentaje de humedad fue S9M que disminuyó desde 71.20% hasta 60.27%, este resultado concuerda con dichos autores quienes afirman que en los productos ahumados disminuye la humedad y aumenta los demás componentes, por lo tanto la disminución de humedad ayuda a prolongar la vida de anaquel del producto ahumado; el porcentaje de humedad del tratamiento S9A incrementó ligeramente de 71.20% a 71.72% esto se debe a que en el rectificado no se eliminó toda la humedad y otro porque el aserrín no generó humo con alta temperatura solo en la última etapa del ahumado se llegó a 80°C durante 1h y 20 min, el aserrín de naranjo generó una temperatura menor que el marlo de choclo.

#### **4.3.1.2 Efecto en el contenido de proteínas**

El contenido de proteínas del tratamiento S9M fue de 28.26% de proteínas y el tratamiento S9A presentó 20.33% de proteínas;

Vareltzis *et al.* (2005), quienes reportaron que aumentó el contenido de proteína; Yanar *et al* (2006), encontraron que al ahumar Tilapia (*Oreochromis niloticus*), aumentaron su concentración de proteínas de 18.23 a 23.93%. Figueroa (2010), en croca ahumada base húmeda, la proporción del contenido de proteínas disminuyó ligeramente, debido a la pérdida de proteínas hidrosolubles durante el salmuerado; López y Carballo (1991), las proteínas del musculo especialmente las sarcoplasmáticas son solubles en agua y están disueltas en el líquido que empapa la fibra muscular.

Entonces el tratamiento con mayor contenido de proteínas es S9M que incrementó de 22.60% hasta 28.26% esto debido a que no hubo pérdida de proteínas hidrosolubles y por lo que hubo mayor pérdida de humedad; el tratamiento S9A en el contenido de proteínas disminuyó ligeramente de 22.60% a 20.33% debido a que hubo pérdida de las proteínas hidrosolubles durante el salmuerado y también el tiempo y temperatura de ahumado el cual no permitió mayor deshidratado en el tiempo establecido.

#### **4.3.1.3 Efecto en el contenido de grasa**

El contenido de grasa del tratamiento S9M fue de 5.18% y el tratamiento S9A presentó 3.75%; Vareltzis *et al.* (2005), quienes reportaron que en el ahumado Chaparreta (*Sparus aurata*) aumentó el contenido de grasa en el producto final; Yanar *et a* (2006), encontraron que al ahumar Tilapia (*Oreochromis niloticus*), aumentaron su concentración; lípidos desde 2.64 hasta 3.14%;

Figueroa (2010), se observa en base húmeda, la proporción en el contenido de grasa disminuyó, debido al escurrimiento durante el ahumado en caliente.

Entonces el tratamiento con mayor porcentaje de grasa es S9M que incrementó de 3.88% a 5.18%; en el tratamiento S9A disminuyó el contenido de grasas de 3.88% a 3.75%; el incremento de grasa concuerda con los reportes de dichos autores. con respecto a la disminución de la grasa se debe al escurrimiento durante el ahumado.

#### **4.3.1.4 Efecto en el contenido de ceniza**

El tratamientos con mayor contenido de ceniza fue S9M que presentó 6.24% y S9A presentó un contenido de ceniza 4.20%; Figuera *et al* (2005), reportaron que en atún ahumado, las cenizas aumentaron de 1.95% hasta 5.31%. Yanar *et a* (2006), encontraron que al ahumar Tilapia (*Oreochromis niloticus*), aumentaron su concentración cenizas desde 1.09% hasta 2.29%. Bustinza (1993), se encuentran representadas por el fosforo, potasio manganeso, calcio, azufre, hierro, silicio además otros oligoelementos en concentraciones bajas como el cobre, zing, etc

Entonces el tratamiento con mayor contenido de ceniza es S9M que incrementó de 1.52% a 6.24% y el tratamiento S9A incrementó de 1.52% a 4.20%, estos datos son similares al reporte de los autores mencionados, también se debe a la sal que se absorbe durante el salado y los componentes del humo.

#### 4.3.1.5 Efecto en el contenido de carbohidratos

El tratamiento S9A presento 0% de carbohidratos y el tratamiento S9M presentó 0.05% de carbohidratos, Collazos *et al*, (1996), reporta 0% de carbohidratos en carne fresca, charqui, chalona de alpaca. Cabrera (2003), menciona que los carbohidratos en carnes se encuentran por debajo de 1%.

Entonces el contenido de carbohidratos en carne se encuentra en mínimas cantidades y los resultados obtenidos coincide con los datos reportados por dichos autores.

#### 4.3.2 Composición fisicoquímico de S9A y S9M

A continuación se muestra los resultados del análisis fisicoquímico de los mejores tratamientos.

CUADRO 22. COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS.

Componentes fisicoquímico	Tratamiento (S9A)	Tratamiento (S9M)
Acidez % Ac. Láctico	0.17	0.22
pH	6.30	6.52

##### 4.3.2.1 Efecto en el contenido de ácido láctico

El tratamiento S9A presentó 0.17% de acidez y el S9M presentó 0.22% de acidez. Torres (2006), determinó 0.77% a 0.86% de acidez en productos ahumado a 60°C por 1 hora y 1.03% a 1.08% en productos ahumado a 25°C por 2 horas.

Entonces el porcentaje de acidez determinado se encuentra por debajo de los promedios citados y además se concluye que a mayor temperatura de ahumado menor acidez y a menor temperatura mayor acidez.

#### **4.3.2.2 Efecto en el contenido de pH**

El tratamiento con mayor contenido de pH es S9M que presentó 6.52 de Ph; el tratamiento S9A presentó ligeramente menor contenido de pH 6.30; Téllez (1992), determinó el rango de pH de 5.4 a 6.5 en la etapa de conservación.

Entonces el tratamiento S9M tiene mayor contenido de pH, el pH de la carne aumenta durante el almacenamiento por la formación de compuestos aminados resultantes de la putrefacción también se debe a que el salado da lugar al incremento de la capacidad de retención de agua y por lo tanto el pH incrementa.

#### **4.4 Resultados del Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de filetes de carne de alpaca ahumada**

En el cuadro 21, Se muestra el análisis microbiológico de los mejores tratamientos del producto ahumado que resultaron S9A y S9M con mayor aceptación por parte de los panelistas.

CUADRO 23. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE FILETES DE CARNE DE ALPACA AHUMADA.

Microorganismos	Resultados de S9A	Resultados de S9M	Parámetros microbiológicos Grupo X; ítem 8
Mesófilos aerobios	250	10	-
<i>Staphylococcus aureus/g.</i>	0	0	100
<i>Clostridium perfringens/g</i>	0	0	100
<i>Salmonella sp. /25g</i>	0	0	0
<i>Escherichia coli/g</i>	0	0	-

#### 4.4.1 Efecto en las bacterias mesófilos aerobios

El tratamiento S9M presentó un crecimiento de 10 colonias y en el S9A se pudo observar que hubo crecimiento de 250 colonias de mesófilos aerobios; INDECOPI (2011), menciona que las bacterias aerobios mesófilos son aceptables en un límite de  $10^1$  a  $10^6$  ufc/g máximo.

Entonces los tratamientos S9A y S9M presentaron crecimiento de colonias que están dentro de los rangos permitidos además la germinación empieza de  $10^6$  a  $10^9$  ufc/g de anaerobios mesófilos según INDECOPI.

#### 4.4.2 Efecto en las bacterias *Staphylococcus aureus*

En los mejores tratamientos S9A y S9M no se detectó la presencia de la bacteria *Staphylococcus aureus*; Cabrera (2003), menciona que la fracción fenólica del humo de madera es la que posee la mayor acción en la inhibición del crecimiento bacteriano los más

activos son los fenoles de más bajo punto de ebullición. Se ha observado que el *Staphylococcus aureus* se inhibió con el agregado de humo que contenía fracción fenólica; Christopoulos *et al* (1980), la bacteria *Staphylococcus aureus* es un microorganismo altamente vulnerable a la destrucción por calor u otros procedimientos de higienización, Vishwanath *et al.* (1998), reporta que *Staphylococcus aureus* son microorganismos productores de una potente enterotoxina puede crecer a bajas temperaturas alrededor de 4.5°C y resiste valores bajos de actividad de agua, como el existente en los alimentos ahumados seco-salados.

Entonces en los mejores tratamientos S9A y S9M no hubo presencia de *Staphylococcus aureus*, esto se debe a que el ahumado tubo efecto como antibacteriano especialmente los compuestos fenólicos de bajo punto de ebullición y también la temperatura de ahumado fue adecuado para inhibir el desarrollo de esta bacteria.

#### **4.4.3 Efecto en las bacterias *Clostridium perfringen***

En los mejores tratamientos S9A y S9M no se detectó la presencia de *Clostridium perfringens*; Christopoulos *et al* (1980), la toxiinfección alimentaria producida por *C. perfringens* tiene lugar, cuando los alimentos tales como carnes o pollo, son cocinados y luego guardados sin una adecuada refrigeración, previo a su consumo. El nivel de oxígeno puede ser suficientemente disminuido durante la cocción como para permitir el desarrollo de clostridius; Según flores (2000), los clostridius se encuentran en número muy reducido del orden de  $10^2$  microorganismo por gramo;

Suarez (2001), la bacteria *Clostridium perfringens* pertenece al grupo de bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Entonces los mejores tratamientos S9A y S9M no presentaron crecimiento de colonias de la bacteria *Clostridium perfringens*, debido a que el producto fue procesado en condiciones higiénicas teniendo en cuenta las normas de higiene de los alimentos, el polietileno utilizado para envasar al vacío, tubo resistencia para evitar la contaminación durante el manipuleo.

#### **4.4.4 Efecto en las bacterias *Salmonella sp***

En los mejores tratamiento S9A y S9M no se detectó la presencia de *Salmonella sp*; Norma Oficial Mexicana NOM-129-SSA1- (1995), indica que la bacteria *Salmonella sp* no debe estar presente en muestras de productos ahumados; Christopoulos y *et al* (1980), El género salmonella se incluye en la familia enterobacteriaceas, integrada por bacilos Gram negativos anaerobios facultativos poseen por lo tanto, las características generales de las enterobacterias son fermentadores de la glucosa, catalasa positivo, oxidasa negativo y suelen ser móviles.

Entonces los tratamientos S9A y S9M no presentaron la bacteria *Salmonella sp*, esto se debe a que el producto fue procesado adecuadamente con las normas de higiene es por eso que no hubo contaminación y también el humo cumplió con la función antibacteriano.

#### **4.4.5 Efecto en las bacterias *Escherichia coli***

En los mejores tratamientos S9A y S9M no se detectó la presencia de la bacteria *Escherichia coli*; Suarez (2001), menciona que la bacteria *Escherichia coli*, pertenece al grupo de las bacterias indicadoras de contaminación fecal, no existe un indicador universal, por lo que los especialistas seleccionan el apropiado para una situación específica.

Entonces los mejores tratamientos S9A y S9M, fueron procesados higiénicamente y no hubo contaminación fecal, por lo tanto es apto para el consumo humano.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES

La investigación permitió obtener los parámetros óptimos de procesamiento de filetes de carne de alpaca (*Lama pacos* L) ahumada; el mejor tiempo de curado fue a 9 horas; el tipo de leña más adecuado para mejorar las características sensoriales fue el aserrín de naranjo y también mantuvo una temperatura homogénea; en la evaluación sensorial se determinó dos mejores tratamientos que fueron el S9A y S9M, el tratamiento S9A presentó mayor aceptación en las características sensoriales el mismo que presentó diferencias significativas en atributo olor y color; en el análisis químico proximal el mejor tratamiento fue S9M, que disminuyó la humedad de 71.20% a 60.20% e incrementó proteína 22.60% a 28.26%, grasa de 3.88% a 5.18%, ceniza de 1.52% a 6.24%, y en el análisis fisicoquímico incrementó, acidez de 0.09% a 0.22% expresado en ácido láctico, pH de 5.95 a 6.52; en el análisis microbiológico del S9A y S9M no presentaron crecimiento de colonias de, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, y aerobios mesófilos si presentó crecimiento de colonias, estas se encuentran dentro de los límites máximos permitidos, por lo tanto los filetes de carne de alpaca ahumada son aptos para el consumo humano.

## CAPITULO VI

### 6. RECOMENDACIONES

- La carne para el procesamiento de filetes de carne ahumado de alpaca debe ser fresca.
- Se debe hacer un estudio de vida en anaquel del producto ahumado expuesto al medio ambiente, en refrigeración y congelado.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

1. ALBERTO C.M. (2010). Artículo Científico “Determinación de los tiempos de ahumado y tipos de combustible vegetal más adecuados para obtener una mayor aceptación de jurel”. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
2. AYALA MACEDO G, (2010). Facultad de Medicina UNMSM, Lima-Perú.
3. ANZALDUA MORALES, A. (1994). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
4. A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13Th Edition, (2005). Determinación de proteínas método kjeldahl,
5. A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13Th Edition, (2005). Determinación de grasa método soxhlet, Chile.
6. A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13Th Edition, (2005). Determinación de cenizas método incineracion, Chile.
7. A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13Th Edition, (2005). Determinación de humedad. Método de secado en estufa a presión atmosférica a 105°C hasta llegar a un peso constante.
8. AOAC. Association of Oficial Analytical Chemist. (2000). Methods of Análisis. Washington, determinación de carbohidratos por diferencias.
9. BERTULLO VICTOR. H, (2008). Revista Científica de desarrollo tecnológico de carne ahumada de esturión, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
10. BUSTINZA, V. 1993. La carne de alpaca, Editorial Universitaria, Puno – Perú.
11. CARBALLO B, LÓPEZ DE TORRE G, ANTONIO M. (2001). Tecnología de la carne y productos cárnicos; 1º Edición, impreso en Madrid - España.

12. COLLAZOS, (1996). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 7ma Edición Lima- Perú.
13. CASTILLO ALCAZAR J, (2002). Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias Cusco- Perú.
14. CABRERA, L. (2003). “Utilización de carne de cordero y alpaca en productos tipo salchicha frankfurt y jamón ahumado”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
15. CASP A y ABRIL J. (1999), Procesos de conservación de alimentos. España- Madrid.
16. CRISTOFANELLI, S., ANTONINI, M., TORRES, D., POLIDORI. P. y RENIERI, C. (2004). Meat and Carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*).
17. CHRISTOPOULOS, MARIA C, (1980). Instituto Nacional de Farmacología y Bromatología. Buenos aires-Argentina.
18. DESCO (1998). Proyecto para la industrialización de la carne de alpaca en el Perú.
19. FENEMA, O.R. (2000), Ciencia y Tecnología de Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza - España.
20. FERNÁNDEZ S, (1995). Pescado Ahumado Artesanalmente ensayos tecnológicos Rocha, Probides.
21. FIGUEROA, B., CABELLO, A., VILLALOBOS, L., DEL VALLE, Y., BALLEENILLA, O. (2005). Crecimiento de *Listeria Monocytogenes* en atún ahumado empacado al vacío. *Zootecnia Tropical*. Vol. 23.
22. FIGUEROA R. (2010), Desarrollo de un proceso de ahumado de filetes de croca (*Micropogonias undulatus*), Santiago de Querétaro-México.
23. FLORES WILFREDO, (2004). Elaboración de Productos Cárnicos Ahumados en san José - Costa Rica.
24. FLORES, (2000). UNALM Condiciones óptimas de pasteurización en los productos cárnico cocidos. Lima – Perú.

25. FREY, W (1995). Fabricación de fiambres de embutidos. Editorial Acribia. España.
26. FUNDISA (2001). Fundación Ibérica de Seguridad Alimentaria. Nitritos, nitratos y nitrosaminas, Madrid-España.
27. GARCÍA G. (2010), Contaminantes en alimentos ahumados y cocinados al carbón. Universidad Nacional Autónoma de México.
28. GARCÍA J. (1996). Embutición de salchichas en cursillo teórico / Practico de tecnología cárnica. Iowa state university y protein technologies international.
29. GARCIA (2000). Materiales de Combustibles para el Ahumado de Alimentos.
30. GUERRERO, O., VILCA, M., RAMOS, D., LUCHO, E. y FALCON, N. (2004). Estimulación eléctrica de canales de alpacas para mejorar su calidad organoléptica. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 15, 151-156.
31. GUSTAVO A, (1990). Revista Científica del Proceso de Ahumado de catfish sudamericano, salto grande-Argentina.
32. HERNÁNDEZ (1993). UNALM, Elaboración de Productos Tipo Jamón. Lima – Perú.
33. HERNÁNDEZ M, R. (2007), Desarrollo de trabajo de investigación titulado “Aplicación de aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri Schauer*) en carne de cerdo para su Conservación.
34. INDECOPI (2011). NTP201.045:1984. Clasificación para productos tipo jamón, Lima – Perú.
35. INDECOPI (2011). NTP ISO 2917:2005. Carne y productos cárnicos, medición de pH método de referencia 2da. Ed.12p.
36. INDECOPI (2011) NTP ISO 4134:2006. Determinación de ácido láctico carnes y productos cárnicos.
37. INDECOPI (2011). NTP 201.030:1998. Aerobios mesófilos.
38. INDECOPI (2011). NTP 201.047:1998. *Escherichia coli*.
39. INDECOPI (2011). NTP 201.034:1998. *Staphylococcus aureus*.
40. INDECOPI (2011). NTP 201.033:1998. *Clostridium perfringens*.
41. INDECOPI (2011). NTP ISO 6579:2005. *Salmonella sp*.

42. ITP, (1997). Principios Básicos y Resistencia de Microorganismos al calor.
43. JACINT A, (2009). Tecnología de productos cárnicos frescos y cocidos, Zaragoza - España.
44. MOHLER KLEMENT (1982). El Ahumado, Editorial Acribia Zaragoza – España.
45. MAMANI PANDO, A. M. (1994). Proyecto Especial Titicaca, curso de capacitación para ahumado de carne de alpaca. Puno-Perú.
46. MIANO A, RAMIREZ C, (2010). Artículo Científico de Determinación de los Tiempos de Ahumado y Tipos de Combustible Vegetal más adecuados para obtener una mayor aceptación de jurel. Trujillo-Perú.
47. MINSA/DIGESA (2008). Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano Lima- Perú.
48. NORMA OFICIAL MEXICANA, (1995). Bienes y servicios. Productos de la Pesca: secos salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
49. NUÑEZ, (1999). Formulación de Salmuera para productos tipo jamones, Editorial Acribia. España.
50. PAREDES H.S, (1991). Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos – PISA del Proyecto Especial Titicaca. Estudio inicial del ahumado de carne de alpaca Puno-Perú.
51. SALVÁ RUIZ, BETTIT, ELIAS C. (2010). Manual de Industrias Cárnicas, Agraria La Molina. Lima – Perú.
52. SOLIS H., R. (1997). Producción de Camélidos Sudamericanos Editorial Agraria Perú.
53. SORIANO SANZ J. A. (2009), Evaluación y seguimiento del contenido en hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en mejillón silvestre de la costa de Galicia y cantábrico, antes y después del vertido del b/t prestige, Coruña. España.
54. SUARES (2001). Microbiología de alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza – España.

55. RUBIO ARMENDÁRIZ C (2006), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) en productos de la pesca.
56. TELLEZ J. (1992). Tecnología de Carnes. Ed. Artes gráficas Espino. Lima-Perú.
57. UNMSM, (2002). Bacterias del genero Estreptococcus en carnes curadas. Lima – Perú.
58. UNAL, (2009). Universidad Nacional de Colombia (s.f.). Capítulo 5: Elaboración de jamones cocidos. *En Curso de Agronomía*. Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales.
59. VARELTZIS, K., AMBROSIADIS, I., VASILIADOU, S., FLETOURIS, D. AND GAVRIILIDOU, I. (2005). Effect of smoking on quality parameters of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata L.*), and sensory attributes of the smoked product.
60. VISHWANATH, W., LILABATI, H. AND BIJEN, M. (1998). Biochemical, nutritional and microbiological quality of fresh and smoked mud eel fish *Monopterus albus*. A comparative study. Food Chemistry.
61. YANAR. Y, CELIK, M., AND AKAMCA, E. (2006). Effects of brine concentration on shelflife.
62. ZIEMBA (1996). El Ahumado de Alimentos, Editorial Acribia Zaragoza – España.
63. ZOROSGASTÚA, J. (2004). “Aplicación del diseño de mezclas en la elaboración de chorizo ahumado utilizando carne de alpaca y carne de cordero”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Cartilla de evaluación sensorial

1. Ficha de evaluación sensorial  
del grado de satisfacción del producto Ahumado (sancochado).

**Nombre:** .....

**Muestra N°**..... **Fecha**.....

Marque con una **X** en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra.

ESCALA	PROPIEDADES SENSORIALES				
	Sabor	Olor	Color	Textura	Apariencia general
Me gusta muchísimo					
Me gusta mucho					
Me gusta bastante					
Me gusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta bastante					
Me disgusta mucho					
Me disgusta muchísimo					

**Comentario:**.....

.....  
.....  
.....

**ANEXO 2:** Cuadro de resultados de evaluación sensorial para atributo sabor.

Jueces	Sabor					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	8	8	7	6	6	9
2	6	4	6	6	7	8
3	4	5	4	5	7	5
4	6	6	7	6	7	6
5	5	4	4	2	4	1
6	3	9	3	3	6	6
7	6	8	7	5	7	8
8	9	9	5	6	5	4
9	7	6	6	6	7	5
10	5	7	6	6	6	6
11	6	6	6	6	6	7
12	8	9	8	8	7	6
13	6	7	7	6	6	6
14	6	8	8	7	7	7
15	6	5	6	7	7	7
16	6	6	5	6	6	4
17	7	9	8	7	9	6
18	3	4	6	6	9	8
19	7	6	6	6	6	7
20	5	4	6	5	4	6
21	8	8	8	9	9	8
22	2	9	2	1	2	2
23	5	4	4	6	6	4
24	4	5	4	4	4	4
25	8	6	6	7	7	5
26	5	7	5	5	8	5
27	6	5	6	6	6	4
28	4	5	5	5	8	7
29	3	3	4	4	5	7
30	2	9	5	4	5	7
total	166	191	170	166	189	175

**ANEXO 3:** Cuadro de resultados de evaluación sensorial para atributo olor.

Jueces	Olor					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	8	7	6	5	4	8
2	6	6	6	6	8	7
3	6	6	4	4	5	5
4	5	6	6	6	6	5
5	4	3	1	3	4	4
6	3	7	4	4	5	4
7	6	9	8	6	6	6
8	8	8	6	5	6	4
9	7	6	5	6	7	5
10	6	6	4	6	6	5
11	6	6	5	6	4	6
12	7	8	7	5	5	7
13	6	5	6	6	6	6
14	6	6	8	7	7	8
15	7	6	7	6	7	7
16	5	6	5	5	5	5
17	5	6	7	9	7	8
18	3	4	6	4	8	7
19	8	8	7	7	7	8
20	5	5	5	5	5	6
21	8	8	8	9	9	8
22	2	9	2	1	2	5
23	5	4	4	5	4	5
24	4	5	4	4	4	5
25	7	6	6	6	8	5
26	5	7	5	5	8	5
27	5	5	6	6	6	6
28	5	6	4	4	8	8
29	3	5	4	5	4	5
30	3	8	6	5	8	9
total	164	187	162	161	179	182

**ANEXO 4:** Cuadro de resultados de evaluación sensorial para atributo color.

Jueces	Color					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	5	7	6	7	7	7
2	4	7	5	7	6	6
3	4	8	5	5	6	5
4	6	6	6	5	4	6
5	4	4	2	4	5	3
6	3	5	5	3	5	4
7	7	9	8	6	6	6
8	8	7	7	7	5	3
9	7	5	6	5	7	5
10	6	7	5	5	7	6
11	4	5	4	6	4	6
12	8	8	6	6	6	8
13	6	7	7	7	6	4
14	7	7	8	5	5	6
15	6	6	5	6	7	6
16	6	6	5	4	4	4
17	3	8	6	3	8	9
18	6	6	4	7	8	6
19	8	8	8	6	6	8
20	6	6	7	4	5	5
21	8	8	8	9	8	8
22	2	5	2	1	3	2
23	5	4	4	6	5	4
24	4	5	4	4	4	4
25	7	8	7	9	8	5
26	5	9	5	5	9	5
27	4	5	5	4	6	6
28	4	8	5	5	8	7
29	4	4	3	4	5	6
30	3	9	5	4	9	7
total	160	197	163	159	182	167

**ANEXO 5:** Cuadro de resultados de evaluación sensorial para atributo.  
textura

Jueces	Textura					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	7	8	7	6	6	8
2	6	6	6	8	7	7
3	5	6	5	6	7	5
4	5	6	6	6	7	6
5	5	5	4	6	4	4
6	1	4	5	5	5	5
7	6	8	8	4	7	7
8	8	7	8	8	8	4
9	7	6	6	5	7	5
10	5	7	5	5	7	6
11	6	4	6	6	4	6
12	8	7	4	7	6	7
13	6	7	6	5	7	6
14	6	9	7	6	6	5
15	7	7	5	6	6	6
16	6	6	5	5	4	4
17	9	5	9	5	5	3
18	6	8	7	7	8	7
19	7	8	8	7	8	7
20	3	5	7	4	6	6
21	8	8	8	9	9	8
22	2	9	2	1	1	2
23	5	4	4	6	6	5
24	4	5	4	4	4	5
25	8	8	7	7	8	6
26	5	7	5	5	8	5
27	3	7	7	7	5	7
28	5	5	4	5	8	6
29	3	3	4	5	6	7
30	3	8	6	5	8	8
total	165	193	175	171	188	173

**ANEXO 6:** Cuadro de resultados de evaluación sensorial para atributo aspecto general.

Jueces	Apariencia general					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	7	7	7	5	6	7
2	4	7	5	6	8	6
3	5	6	5	7	6	5
4	5	6	6	6	3	5
5	4	4	2	3	4	4
6	3	5	5	2	5	4
7	7	9	8	6	6	6
8	7	7	8	5	6	5
9	7	6	6	5	7	5
10	5	7	5	6	7	6
11	6	6	4	6	4	6
12	8	9	7	8	7	8
13	6	6	7	6	5	4
14	6	8	8	5	7	5
15	7	6	5	6	7	6
16	6	6	6	6	6	4
17	6	7	5	4	7	7
18	4	4	6	6	8	6
19	8	9	8	8	6	6
20	3	5	6	4	6	4
21	8	8	7	8	8	8
22	2	5	3	2	2	2
23	5	4	4	5	5	4
24	4	5	4	4	5	4
25	8	9	7	8	8	4
26	5	9	5	5	9	4
27	4	6	6	6	6	6
28	4	8	5	4	8	5
29	2	6	4	5	6	6
30	2	9	5	4	9	7
total	158	199	169	161	187	159

## **ANEXO 7: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (A.O.A.C. 15th Edición 2005)**

### **Determinación de humedad método de la estufa de aire**

El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta obtener un peso constante en estufa de aire.

### **Material y equipo**

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa
- Desecador con deshidratante adecuado
- Estufa regulada a 103±2°C
- Material usual de laboratorio

### **Procedimiento**

1. Efectuar el análisis en duplicado.
2. Colocar la cápsula destapada y la tapa, al menos 1 hora en la estufa a la temperatura de secado del producto.
3. Empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Pesar la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrar (m1).
4. Pesar 5 g de muestra previamente homogeneizada. Registrar (m2).
5. Colocar la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado 105°C x 5 horas.
6. Tapar la cápsula con la muestra, sacarla de la estufa, enfriar en desecador durante 30 a 45 min.
7. Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg (m3).

### **Cálculo y expresión de resultados**

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ H u m e d a d } = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

**Dónde:**

**m<sub>1</sub>:** masa de la cápsula vacía y de su tapa, en gramos

**m<sub>2</sub>:** masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado, en gramos

**m<sub>3</sub>:** masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada, en gramos

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con dos decimales.

**Repetitividad:** La diferencia de los resultados no debe ser superior al 5% del promedio.

En el informe de resultado, se indicará método utilizado, identificación de la muestra, temperatura, tiempo de secado y resultado promedio obtenido de las muestras en duplicado.

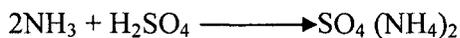
**ANEXO 8: DETERMINACIÓN DE PROTEINAS (A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 2005)****Método Kjeldahl**

**Fundamento:** La materia orgánica (muestra) se somete a la acción del ácido sulfúrico, obteniéndose como resultado sulfato de amonio el cual después es destilado a amoníaco el procedimiento comprende tres fases las cuales son digestión, destilación y titulación.

**1. Digestión de la muestra:** Se realiza por ebullición con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado en presencia de catalizadores sulfato de cobre y sulfato de potasio, la materia orgánica se oxida a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O mientras que la parte ácida se reduce a dióxido de azufre de acuerdo a la siguiente reacción.



El nitrógeno transformado en NH<sub>3</sub> se combina con la parte restante del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para formar sulfato de amonio.



**2. Destilación:** mediante esta operación el nitrógeno que está en forma de sulfato de amonio se ataca con un álcali que es la soda caustica (NaOH) para liberar el amoníaco, el vapor de agua arrastra el amoníaco. Y después

de la condensación normal con la ayuda de un refrigerante el nitrato de amonio se recibe en un Erlen Meyer.



**3: Titulación:** Se hace con ácido clorhídrico de normalidad conocida. El ácido clorhídrico reacciona con el borato de amonio en el punto final ya no hay borato de amonio y un exceso provocará y por consiguiente el peaje de la mezcla cambia a un color rosado y es el fin de la titulación.

#### **Materiales y equipos**

- Balones de digestión
- Erlen Meyer
- Cocina de digestión equipos de destilación de kjeldahl
- Bureta
- Pipetas
- Succionador

#### **Reactivos:**

- Ácido sulfúrico concentrado
- Catalizador (sulfato de potasio, sulfato de cobre)
- Ácido bórico; indicador de pH
- Ácido clorhídrico, aprox. 0.05N

#### **Método**

Pesar 0.30 gr según al tipo de muestra se agrega el peso, luego agregar 1g de catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de cobre y sulfato de potasio) para acelerar la reacción. Limpiar con un poco de agua el cuello del balón de digestión, agregar 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado y colocar el balón en la cocina de digestión termina cuando el contenido del balón es completamente cristalino.

Colocar la muestra digerida en el aparato de destilación, agregar 5ml hidróxido de sodio concentrado e inmediatamente conectar el vapor que se produzca la destilación. Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un Erlen Meyer más el indicador de pH. La destilación termina cuando ya

no pasa más amoníaco y hay viraje con ácido clorhídrico valorado (aprox. 0.05N). Anotar el gasto.

**Cuadro de resultados y discusiones:**

Muestra	Muestra 1	Muestra 2
peso de la muestra ( $w_m$ )		
volumen gastado de NaOH (titulación) ( $v_g$ )		
volumen gastado de NaOH (para la titulación del volumen en blanco) ( $v_b$ )		
normalidad del hidróxido de sodio	0.1N	0.1N
peso mili equivalente del nitrógeno	0.014	0.014
para obtener el % de proteínas en forrajes (se multiplica por el factor)		

**Cálculos**

1. Para determinar el porcentaje de nitrógeno total se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%N_T = \frac{(V_g - V_b) * 0.1N * 0.014}{W_m} * 100$$

2. Para determinar el porcentaje de proteína se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%P = \%N_T * 6.25$$

**ANEXO 9: DETERMINACIÓN DE GRASA (A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 2005)**

**Metodología**

1. Pesar la muestra 0.30g en un papel filtro previamente pesada luego envolver en un papel filtro whatman para transferir cuidadosamente libre de humedad y colocar en el extractor de equipo soxhlet.
2. Sacar de la estufa un matraz con cuello esmerilado de 250 ml de capacidad y después de enfriarlo en el desecador pesarlo.

3. Montar completo el aparato con las conexiones de agua para el reflujo.
4. Añadir 40-50 ml de éter de petróleo como solvente al soxhlet y calentar en una coccinilla por 3 horas a temperaturas de 40 a 60°C dejando que la muestra sifonee.
5. Vigilar el volumen del éter e ir añadiendo en caso de terminarse la grasa es extraída y arrastrada por el éter al matraz. La grasa es extraída y arrastrada por el éter al matraz
6. finalmente cuando se seca el extracto se debe enfriar la muestra en una campana de desecación y pesarla.

El porcentaje de grasa se determina de la siguiente manera

$$\%Grasa = \frac{P2 - P1}{M} * 100$$

**Dónde:**

P2: Peso del balón más grasa

P1: Peso del balón

M: Peso inicial de la muestra

100: Factor de conversión a porcentaje

#### **ANEXO 10: DETERMINACION DE CENIZA (AOAC 2005)**

Para la determinación de cenizas totales por el método de incineración, continuar el procedimiento de la siguiente manera:

##### **Equipos y materiales empleados**

- Mufla.
- crisoles de porcelana.
- Balanza analítica.
- Disgregador y pinzas.

##### **Procedimiento experimental**

- 1.- Pese 2 gr de muestra y colocar en un crisol de porcelana tarado.
- 2.- El crisol y su contenido se incinera en una mufla de 550°C por 3 horas

- 3.- Enfriar apagando la mufla por el espacio de 20 horas, sacar las muestras incineradas y colocar en una campana de desecación.
- 4.- finalmente pesar la muestra incinerada.

El porcentaje de ceniza se determina con la siguiente fórmula.

$$\%Ceniza = \frac{CC - C}{W} * 100$$

**Donde:**

CC = Peso del crisol más la ceniza.

C = Peso del crisol vacío.

W = Peso de la muestra.

100 = Factor de conversión a porcentaje

#### **ANEXO 11: DETERMINACION DE ACIDEZ (NTP ISO 4134:2006)**

##### **Método centrifugación**

1. La muestra debe ser sólida y seca molido o triturado en un mortero.
2. Pesar 4g de muestra, diluir en 40ml de agua destilada libre de CO en un vaso de 250ml.
3. Centrifugar por 10 minutos a 5000rpm, separar el líquido sobrenadante a una fiola de 100ml y enrasar para tomar una alícuota de 25ml,
4. En un Erlenmeyer de 200ml, se agrega 2 a 3 gotas de fenolftaleína y se realiza la titulación con NaOH 0.05N.

Para determinar el porcentaje de acidez titulable, se aplica la siguiente fórmula.

$$\%Acidez = \frac{V * N * E}{M} * 100$$

**Donde:**

V: Volumen de NaOH gastado en titulación

N: Normalidad 0.05 de NaOH.

E: Miliequivalente (factor = 0.049 de ácido sulfúrico)

M: Gramos de muestra, contenida en alícuota  $X P/100 = 1g$

P: Peso de la muestra solida

100: Factor de conversión a porcentajes

#### **ANEXO 12: DETERMINACION DE PH (NTP ISO 2917: 2005)**

Se mide el pH con el PH-metro. Antes de realizar la prueba se realiza la calibración del equipo por medio de buffers adecuados (pH 4,00 y 7,00), y luego se procede directamente a la medición del valor del pH correspondiente a la muestra en estudio.

##### **Procedimiento experimental**

1. Moler la muestra en un mortero y pesar 4g de muestra.
2. Diluir la muestra con 40ml de agua destilada en una fiola de 100ml.
3. Agitar con una baqueta unos 2 minutos. Separa el sobrenadante para medir el pH.
4. Calibrar el pH metro digital con una solución buffer de 4.01, 7.01 y 10, se hace la lectura directa.

#### **ANEXO 13: NUMERACION DE BACTERIAS AEROBIOS MESOFILOS VIABLES (NTP 201.030:1998)**

1. Preparar y diluir la muestra de alimento por la técnica adecuada.
2. Pesar 25g de muestra molida, en un matraz estéril de 250ml y mezclar durante 20 segundos con una solución reguladora de peptona al 1%.
3. Tomar 1ml, de alimento homogenizado con una pipeta estéril y verter en un tubo conteniendo 9ml, de solución reguladora de peptona.
4. Tomar 1ml, y se agregó a cada placa plate count, luego se incubaron por 48 horas a 37°C.
5. En el agar recuento estándar en palca, se realiza el conteo de las colonias, en las placas que presenta entre 30 a 300 colonias, utilizando un cuenta colonias con dispositivo de registro automático.
6. Finalmente calcular el número de gérmenes aerobios mesófilos por gramo de muestra.

**ANEXO 14: NUMERACION DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS  
(NTP 201.034:1998)**

1. Preparar 10g de muestra molida en matraz estéril de 250ml, diluidas con agua destilada de 100ml, bien homogenizada.
2. Preparar diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ .
3. Pipetear 0.1ml del homogenizado y las diluciones por duplicado en la superficie de las placas de agar manitol salado, previamente secadas y distribuir cada inóculo con un extensor de vidrio hasta que la superficie del medio aparezca seca.
4. Incubar las placas en posición invertida a  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas y 48 horas y al cabo de 24 horas.
5. Escoger las placas que presenten 30 a 300 colonias aisladas y contar las colonias negras y brillantes con bordes reducidos blancos y que aparezcan rodeados zonas claras que contrastan con el medio opaco. Estas colonias corresponden a *staphylococcus aureus*, marcar la posición de estas colonias e incubar las placas otras 24 horas.
6. Contar todas las colonias que presenten el espacio mencionado y que se han desarrollado durante las últimas 24 horas de incubación y someterlas a la prueba de la coagulasa.
7. Sembrar las colonias seleccionadas en caldo cerebro corazón, incubar de  $15$  a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 20 a 24 horas, después adicionar 0.1ml del cultivo a tubos de 75 por 10 minutos que contengan 0.3ml de plasma de conejo incubado de  $35$  a  $37^{\circ}\text{C}$  por 4 horas, examinar después de 4 horas de incubación, si el plasma ha perdido su fluidez se encontró coágulo más grande y menos.

**ANEXO 15: NUMERACIÓN CLOSTRIDIUM PERFRINGENS  
(NTP 201.033:1998)**

**Procedimiento para cultivo y aislamiento**

1. Preparar un extendido de la muestra, colorear por la técnica de Gram e investigar la presencia de bacilos Gram positivos.
2. Recuento de *clostridium perfringens* viables
  - a. Pesar en condiciones asépticas, 50g de la muestra de alimentos en un vaso de licuadora estéril. Agregar 450ml de agua peptonada.

- Homogenizar durante 1ª 2 minutos con 8000 a 10000 rpm, obtener un buen homogenizado que se tratará en lo posible de no airear.
- b. Usando la dilución 1:10 preparada en a), preparar diluciones desde  $10^{-1}$  hasta  $10^{-4}$ , transfiriendo 10ml de dilución a 90ml de agua peptonada, mezclar cada dilución sin burbujear antes de cada transferencia.
  - c. Preparar placas de VI-Sangre volcando 20ml de medio fundido y enfriado a 50°C en una placa conteniendo 2.5ml de sangre de caballo defibrinada estéril agitando para que se homogenice. sobre la placa así preparada esparcir con espátula de drigalsky 1.0ml de cada dilución. trabajar por duplicado, incubar anaeróticamente.
  - d. Luego de la incubación retirar las placas y contar las colonias características.

**Nota:**

Si existiese dificultad para identificar las colonias clostridiales se puede reemplazar el agar VI-Sangre por el agar para investigar lecitinasa que se describirá en la sección correspondiente. En este caso se recomienda usar en la placa la técnica de la sobre capa y contar las colonias circundadas por un halo de precipitación.

- e. Con el dato del recuento calcular el número de *clostrium* por g de alimentos.
- f. Picar colonias para los test de confirmación.

**Confirmación de *clostridium perfringens***

Todos los cultivos en tubo indicados en este punto es aconsejable cubrirlo con una capa de parafina estéril de 5mm de espesor. En el momento de utilizarlos se perfora esta capa con ayuda de un alambre calentado al rojo.

1. Seleccionar 4 colonias típicas de las placas de VI-Sangre e inocular cada colonia en un tubo de caldo tioglicolato recién desaereado y enfriado.
2. Incubar a 35°C durante 18 a 24 horas.
3. Examinar cada cultivo mediante una coloración de Gram y probar la pureza del mismo. *C. perfringens* es un bacilo Gram positivo corto y delgado.

4. Inocular un tubo con caldo tioglicolato (B61) conteniendo un disco de Kohn. *C. perfringens* licua la gelatina, lo cual se puede comprobar luego de la incubación a 35°C durante 18 a 24 horas, observando si ha tenido lugar la desintegración del disco. Si ésta no tuviese lugar durante las primeras 24 horas, incubar durante 24 horas adicionales.
5. Inocular por punción un tubo con medio nitrato movilidad bufferado (B76) e incubar durante 24 horas a 35°C.
6. Inocular el medio (B68) para observar la utilización de la lactosa e incubar durante 18 a 24 horas a 35°C.
7. Inocular el tubo leche-hierro (B69) e incubar durante 18 a 24 horas a 35°C.
8. *C. perfringens* es inmóvil. Examinar los tubos inoculados en 5, para examinar el tipo de crecimiento a lo largo de la línea de punción. Los organismos móviles tienen crecimiento difuso a partir de la línea de punción.
9. *C. perfringens* reduce los nitratos a nitritos. El test para comprobar la reducción de los nitratos se lleva a cabo agregando 0.5ml del reactivo A y 0.2ml del reactivo B (A7) al cultivo obtenido a partir de 5. En caso de haber nitritos producidos en la reacción: en 15 minutos o menos se desarrollará un color naranja rojizo. En caso de no observarse desarrollo de color agregar unas granallas de Zn. Si ahora se observase el desarrollo de color el test se debe informar como negativo.
10. Observar el tubo inoculado en 6 y tomar el pH del mismo. Si es 5 o menos considerar el test como positivo.
11. Observar el tubo inoculado en 7. *C. perfringens* produce un coagulo tormentoso característico.
12. Si en los pasos previos no fue necesario sembrar cultivo en un medio con lecitina se debe llevar a cabo el siguiente test:  
El cultivo puro obtenido en C-2-f se debe sembrar en una placa de medio para investigar producción de lecitinasa (B77) e incubar anaeróbicamente a 35°C durante 18 a 24 horas.  
Al cabo de este tiempo las colonias de *C. perfringens* estarán circundadas por un halo de precipitación.

## **ANEXO 16: NUMERACIÓN DE *SALMONELLA* sp (NTP ISO 6579:2005)**

### **Metodología**

Esta metodología se aplica a muestras de vísceras (Hígado, Vesícula biliar, Ovario, Ciego, Bazo, Corazón y Riñón) y meconio. Para muestras de fecas y tómulas de arrastre remitirse al “Instructivo Técnico de Análisis/Ensayo para la Detección de Salmonella spp. (Móviles) en fecas animales según Método Tradicional ISO 6579.2002/Amd 1 (E)”.

La muestra se somete a incubaciones sucesivas en diferentes tipos de medios de cultivo, los que se describen a continuación.

### **1. Pre enriquecimiento**

Esta etapa se realiza en medio líquido no selectivo, en el cual se incuban las muestras frescas o incluidas en un medio de transporte. La finalidad es revitalizar la bacteria.

- Pesar 10 a 25 g de la muestra y agregar en proporción de 1/10 agua peptonada tamponada (APT).
- Incubar el caldo de pre – enriquecimiento (APT) a  $37 \pm 1^\circ \text{C}$  durante 16 – 20 horas.

### **2. Enriquecimiento selectivo**

Esta etapa se realiza en un medio líquido que contiene aditivos que permiten el crecimiento selectivo de Salmonella spp, mientras se inhibe el crecimiento de otras bacterias. Se utiliza Caldo Selenito Cistina el cual no es inhibidor de serovariedades de Salmonella spp. Presentes en especies animales de interés. Agregar Caldo Selenito Cistina Doble Concentración (CSCDC) (pesar el doble de lo indicado por el proveedor), en la misma cantidad que el agua peptonada tamponada, a la bolsa que contiene la muestra e incuba a  $41.5 \pm 0.5^\circ \text{C}$  por 18-24 horas.

### **3. Medio de aislamiento selectivo en placa:**

El medio de elección es el Agar XLD adicionado con Novobiocina (15.6 mg/L). Es un medio sólido en el cual crece selectivamente

*Salmonella* spp. e inhibe el crecimiento de bacterias Gram positivas. Tomar una asada del CSCDC y sembrar por agotamiento en una placa de XLD. Luego incubar a 37 °C ±1 por 18-24 horas.

#### **4. Selección de colonias para Pruebas Bioquímicas Instructivo Técnico para la Detección de *Salmonella* spp.**

De cada placa de cada medio selectivo seleccionar hasta 5 colonias (al menos 3 colonias) consideradas típicas o sospechosas. Si las colonias seleccionadas no se encuentran aisladas y puras, se deben estriar en la superficie de placas con TSA previamente secadas, de manera que se permita el desarrollo de colonias aisladas. Incubar las placas inoculadas a 37°± 1°C por 24 ± 3 horas. En caso de existir colonias aisladas se puede proceder a la confirmación bioquímica inoculando directamente del medio selectivo.

- Usar cultivos puros para la confirmación bioquímica y serológica. Inocular cada una de las colonias en TSI, LIA, MIO.
- Para lo anterior, tocar suavemente la superficie y el centro de la colonia sospechosa con el asa en punta, luego inocular el TSI en profundidad y estría en superficie. Sin flamear nuevamente.
- Inocular el tubo de agar LIA, pinchando dos veces en profundidad y hacer estría en superficie.
- Luego inocular el MIO en picadura y por último, inocular dos tubos de agar TSA en estría en la superficie.
- Uno de los tubos de agar TSA se ocupa para realizar la confirmación serológica somática y el otro se debe mantener en refrigeración para ser enviado al Servicio Agrícola y Ganadero (S.A.G) para realizar la confirmación y el envío al ISP para la tipificación de la cepa, en caso de ser necesario.
- Al momento de tomar el inóculo evitar tocar con el asa el agar, ya que los medios altamente selectivos suprimen el crecimiento de algunos organismos que pueden estar presentes.
- Incubar todos los medios utilizados para la batería bioquímica a 37± 1° C por 24 ± 3 hrs. Si es necesario esta batería bioquímica se

amplía con Rojo Metilo, Voges Proskauer, y Citrato de Simons o mediante la realización de API 20E.

- Las colonias que a través de pruebas bioquímicas indican sospecha de *Salmonella* spp., deben ser confirmadas mediante la prueba de aglutinación somática (antígeno somático O).

## **5. Interpretación de las pruebas bioquímicas**

### **a) Agar triple azúcar hierro (TSI)**

#### **Fermentación de la glucosa**

- Fermenta la glucosa: Fondo Amarillo (A).
- No fermenta la glucosa: Fondo rojo (K).

#### **Fermentación de la lactosa y/o sacarosa**

- Fermenta estos azúcares: Tendido Amarillo (A).
- No fermenta: Tendido rojo (K).

#### **Producción de gas**

- Produce gas: Ruptura o desplazamiento del agar. Instructivo Técnico para la Detección de *Salmonella* spp. móviles según Metodología Tradicional OIE.
- No produce: Sin cambios.

#### **Producción de H<sub>2</sub>S**

- Produce H<sub>2</sub>S: Ennegrecimiento del medio (intensidad variable).
- No produce: Sin cambios.

### **b) Agar hierro lisina (LIA)**

#### **Descarboxilación de la lisina**

- Descarboxila la lisina: Fondo y tendido púrpura (K/K).
- No descarboxila la lisina: Fondo amarillo (A).

#### **Producción de gas**

- Produce gas: Ruptura o desplazamiento del agar.
- No produce gas: sin cambios.

#### **Producción de H<sub>2</sub>S**

- Produce H<sub>2</sub>S: Ennegrecimiento del medio (intensidad variable).
- No produce H<sub>2</sub>S: Sin cambios.

### **Desaminación de la lisina**

- Desamina la lisina: Tendido rojo (R).
- No desamina: Tendido púrpura (K).

### **c) Agar movilidad indol ornitina (MIO)**

Movilidad: Los microorganismos inmóviles sólo crecen en la línea de siembra y los móviles se reconocen por su desarrollo difuso alejado de la línea de inoculación.

#### **Producción de Indol**

- Produce Indol: Formación de un anillo rojo o rosado al agregar reactivo de Kovacs.
- No produce Indol: Anillo de color amarillo.

#### **Descarboxilación de la Ornitina**

- Descarboxila la ornitina: Coloración azul, de intensidad variable.
- No descarboxila la ornitina: Coloración amarilla.

**Nota:** El reactivo de Kovacs se añade después de la lectura de la movilidad y la Ornitina.

### **Prueba Rojo de Metilo (RM).**

Inocular un tubo de RM-VP incubar a 37°C por 48 horas, agregar 5 gotas de reactivo Rojo de Metilo.

- Reacción positiva: Color rojo
- Reacción negativa: Color amarillo

### **Prueba Voges Proskauer (VP)**

Inocular un tubo de caldo RM-VP, incubar a 37°C por 48 horas, transferir 1 ml de este cultivo a otro tubo y agregar 0.6 ml de solución de naftol y 0.2 ml de solución de KOH al 40%. Agitar. Observar después de dos horas.

- Reacción positiva: Desarrollo de coloración rosada. Instructivo Técnico para la Detección de Salmonella spp móviles según Metodología Tradicional OIE.
- Reacción negativa: Color café pardo.

### **Prueba de Citrato**

Inocular en profundidad y superficie. Incubar a 37°C por 96 horas.

- Reacción positiva: viraje del color verde a azul. Esta se produce cuando la bacteria es capaz de utilizar el citrato como única fuente de carbono.

#### **ANEXO 17: NUMERACIÓN DE ESCHERICHIA COLI (NTP 201.047:1998)**

1. Pesar 10g de muestra, luego se diluye botella de frasco estéril de 250ml, de 90ml agua destilada y 10ml.
2. de agua buferada 7.0, tomar una dilución 1ml a las 12 tubos con su campanita durjhan cada tubo conteniendo 9ml de caldo lactosado. Incubar a 37°C por 24 a 48horas.
3. En confirmación pasar solo 2 tubos de caldo verde brillante bilis 2% o 10ml luego incubar a 45°C por 18 a 24 horas.
4. Después de la confirmación se siembra en T.S.A y brillo metálico de 2 placas a 1ml y luego se procede incubar a 37°C por 24 horas, la prueba de confirmación de E. Coli del medio T.S.A se incuba a 37°C por 24 horas una asada en 10ml de caldo triptona.
5. De cada una de estas placas se aíslan las colonias sospechosas y se llevan al ensayo INVIC: ensayos del indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato simons.

#### **ANEXO 18: DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS POR DIFERENCIAS (AOAC 2000)**

**Determinación de carbohidratos.** Una vez obtenidos los valores de humedad, cenizas, grasa y proteínas, se suman, los valores obtenido se resta de 100 y la diferencia se toma como porcentaje de carbohidratos.

**Carbohidratos totales:** valores calculados por diferencia que incluye el valor de fibra dietaría. Se obtiene restando de 100, el peso en gramos de los macro-componentes, según la siguiente fórmula:

$$\text{Carbohidratos totales (g)} = 100 - (\text{proteína} + \text{grasa} + \text{agua} + \text{ceniza})$$

**Carbohidratos disponibles:** representan la fracción de carbohidratos que pueden ser digeridos por las enzimas humanas, absorbidos y que entran al metabolismo intermediario. No incluyen fibra dietaría, la cual

puede ser fuente de energía solamente después de la fermentación. Para calcular los carbohidratos disponibles se resta de 100 el peso de los macro componentes expresado en gramos, aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Carbohidratos disponible (g)} = 100 - (\text{proteína} + \text{grasa} + \text{agua} + \text{ceniza} + \text{alcohol} + \text{fibra dietaria})$$

#### **ANEXO 19: DETERMINACION DE LA DENSIDAD POR PIGNOMETRIA**

Para la determinación de la densidad de la salmuera se utilizó la siguiente fórmula.

$$\rho = \frac{m' - m}{m'' - m} * \rho'$$

**Dónde:**

m = masa del picnómetro

m' = masa del picnómetro más muestra

m'' = masa del picnómetro más agua

$\rho'$  = densidad del agua a 20°C

**Calculo de la densidad inicial de la salmuera:**

$$\rho = \frac{29.5170 - 18.8752}{28.8405 - 18.8752} * 998.29$$

$$\rho = 1066.0594 \text{ kg / m}^3$$

**Calculo de la densidad final de la salmuera:**

$$\rho = \frac{29.3922 - 18.8000}{28.8665 - 18.8000} * 998.29$$

$$\rho = 1050.4234 \text{ kg / m}^3$$

Con estos resultados se ubica en la tabla 1. Para determinar el porcentaje de sal en la salmuera.

**Tabla1.** Propiedades de las salmueras compuestas de sal pura (NaCl) y agua pura. Con base en la lectura del salinometro a 60°F.

Grados Salino métricos	grados	Gravedad específica	% (por peso)	Libras por galón de salmuera		Peso de 1 galón de
	Baumé		NaCl	NaCl (libras)	Agua (lb)	Salmuera
100	24,6	1,204	26,395	2,647	7,38	10,027
99,6	24,5	1,203	26,285	2,634	7,386	10,02
99	24,4	1,202	26,131	2,626	7,394	10,01
98	24,2	1,2	25,867	2,585	7,409	9,994
97	23,9	1,197	25,603	2,552	7,417	9,969
96	23,7	1,195	25,339	2,522	7,43	9,952
95	23,5	1,193	25,075	2,491	7,444	9,935
94	23,3	1,191	24,811	2,459	7,46	9,919
92	22,7	1,186	24,283	2,398	7,479	9,877
90	22,3	1,182	23,755	2,338	7,506	9,844
88,3	22,9	1,179	23,31	2,288	7,528	9,816
88	21,9	1,178	23,228	2,279	7,531	9,81
86	21,4	1,173	22,7	2,218	7,551	9,769
84	21	1,169	22,172	2,158	7,577	9,735
82	20,4	1,164	21,644	2,098	7,596	9,694
80	20	1,16	21,116	2,04	7,62	9,66
78	19,6	1,156	20,558	1,982	7,645	9,627
76	19,1	1,152	20,06	1,925	7,669	9,594
74	18,6	1,147	19,532	1,866	7,686	9,552
72	18,1	1,143	19,004	1,809	7,71	9,519
70	17,7	1,139	18,477	1,753	7,733	9,486
68	17,2	1,135	17,949	1,697	7,755	9,452
66	16,7	1,13	17,421	1,639	7,772	9,411
64	16,2	1,126	16,893	1,584	7,794	9,378
62	15,8	1,122	16,365	1,529	7,815	9,344
60	15,3	1,118	15,837	1,475	7,836	9,311
58	14,8	1,114	15,309	1,42	7,858	9,278
56	14,4	1,11	14,781	1,366	7,878	9,244
54	13,9	1,106	14,253	1,313	7,898	9,211
52	13,4	1,102	13,725	1,26	7,918	9,178
50	12,9	1,098	13,198	1,207	7,937	9,144
48	12,5	1,094	12,67	1,154	7,957	9,111
46	12	1,09	12,142	1,102	7,976	9,078
44	11,5	1,086	11,614	1,05	7,994	9,044
42	11	1,082	11,086	0,999	8,012	9,011
40	10,5	1,078	10,558	0,948	8,03	8,978
38	10	1,074	10,03	0,897	8,047	8,944

36	9,5	1,07	9,502	0,847	8,064	8,911
34	9	1,066	8,974	0,797	8,081	8,878
32	8,5	1,062	8,446	0,747	8,097	8,844
30	7,9	1,058	7,919	0,698	8,113	8,811
28	7,4	1,054	7,391	0,649	8,129	8,778
26	6,9	1,05	6,863	0,6	8,144	8,744
24	6,4	1,046	6,335	0,552	8,159	8,711
22	5,8	1,042	5,807	0,503	8,175	8,678
20	5,3	1,038	5,279	0,456	8,188	8,644
15	4	1,028	3,959	0,339	8,222	8,561
10	2,7	1,019	2,64	0,224	8,262	8,486
0	0	1	0	0	8,328	8,328

Fuente: UNAL (2009).

**Concentración inicial de la salmuera**

S9 = 1066 kg/ m<sup>3</sup> = 9 °Be = 8.974% de sal y 34 grados salino métricos

**Concentración final de la salmuera**

S9 = 1050 kg/m<sup>3</sup> = 6.9 °Be= 6.863% de sal y 26 grados salino métricos.

**ANEXO 20: DETERMINACION DE RENDIMIENTO DE LOS FILETES DE CARNE DE ALPACA AHUMADO**

Para determinar el rendimiento del producto ahumado se realizó mediante la regla de tres simple y como resultado fue la diferencia.

Salmuera	Peso inicial	Peso final	Rendimiento (%)
S9A	4500g	4500	100
S9M	4500g	4400	97.77

$$(S9A)r = \frac{4500g * 100\%}{4500g}$$

$$(S9A)r = 100\%$$

$$(S9M)r = \frac{4400g * 100\%}{4500g}$$

$$(S9M)r = 97.77\%$$

**ANEXO 21: FOTOS DEL PROCESAMIENTO DE FILETES DE CARNE DE ALPACA AHUMADA**

**Carne de alpaca**



**Fileteado**



**Preparación de salmuera**



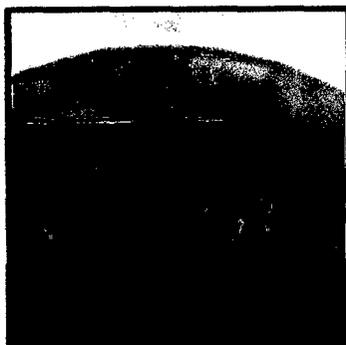
**Curado**



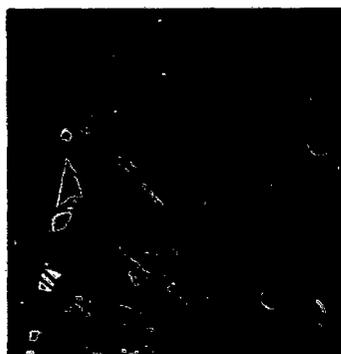
**Oreado**



**Ahumado**



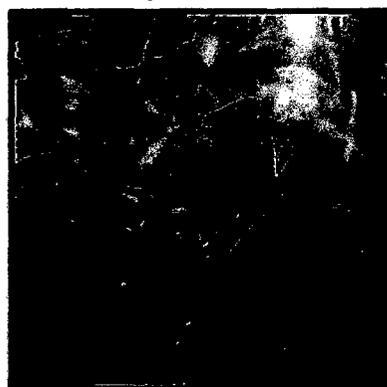
**Filetes ahumado**



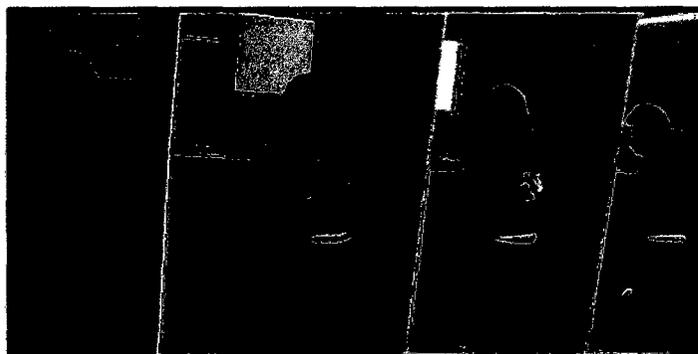
**Empacado al vacio**



**Filetes empacados al vacio**



**Evaluacion sensorial**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722  
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú  
Teléfono - fax - modem: 224831

**UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO  
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA  
INFORME DE ANALISIS**

Nº0886-11-LAQ



SOLICITANTE

MARITZA FERNANDEZ CHOQUE

MUESTRA

Carne de Alpaca (Apurimac)

FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA

C/06/09/2011

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO

Humedad %	71.20
Proteina %	22.60
Grasa %	3.88
Ceniza %	1.52
Acidez % (Ac.Láctico)	0.09
pH	5.95

\*

Cusco, 12 de Setiembre 2011



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis

*Maritza Fernandez Choque*  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANALISIS QUIMICO



**UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO  
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA  
INFORME DE ANALISIS**

Nº1246-11-LAQ

SOLICITANTE

MARITZA FERNANDEZ CHOQUE

MUESTRA

CARNE AHUMADA DE ALPACA:

- 1.- S9A Carne Ahumada de Alpaca con aserrín de Naranja
- 2.- S9M Carne Ahumada de Alpaca con Marlo

FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA

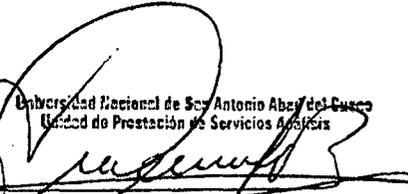
C/23/11/2011

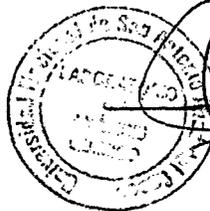
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO

	S9A	S9M	
Humedad %	71.72	60.27	NTP 206.011
Proteina %	20.33	28.26	NTP 205.005
Grasa %	3.75	5.18	NTP 206.017
Ceniza %	4.20	6.24	NTP 205.004
Acidez % (Ac. Láctico)	0.17	0.22	NTP 206.013
pH	6.30	6.52	

\*

Cusco, 29 de Noviembre 2011

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos  
**Melquides Herreña Arélica**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANALISIS QUIMICO





## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

### Datos generales

Número de muestra : 01  
 Solicita : Maritza Fernandez Choque  
 Muestra : **Carne Ahumada de Alpaca 59M, Ahumado con Mario**  
 Fecha de recolección : 22 de Noviembre del 2011  
 Hora de recolección : 10:00 A.M

### RESULTADOS

MICROORGANISMOS	RESULTADOS	Parámetros Microbiológicos Grupo X; ítem 8
Staphylococcus aureus/g.	0	100
Clostridium Perfringens/g.	0	100
Salmonella sp./25 g.	0	0

MICROORGANISMOS	RESULTADOS	Parámetros Microbiológicos Grupo X; ítem 8
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios viables/g	10	---
N.M.P. Coliformes/100 ml totales/g (37°C)	0	---
N.M.P. Coliformes/100 ml termotolerantes/g (44.5°C)	0	---
Recuento de E. coli/g	0	---
Hongos y levaduras/g	0	---

Estos Parámetros Microbiológicos no son de exigencia según la norma NTS N° 071

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Método estandarizado por Agotamiento en superficie.  
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V01

**CONCLUSIÓN:** De acuerdo a los resultados de análisis, la muestra está dentro de los Parámetros Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de Consumo Humano, correspondiente al grupo X, Carnes y Productos Carnicos; ítem 8, carnes secas, seco saladas (Gharqui, Chalona, Ceeña).  
 Se concluye por lo antedicho que la muestra **ES APTA** para Consumo Humano.

29/11/2011.

**microlab**  
  
 Bfga. Rocío M. Escalante-Guzmán  
 MICROBIOLOGÍA-MG EN BIOTECNOLOGÍA

**microlab**  
  
 Bfga. Elizabeth Samanez Gibaja  
 MICROBIOLOGÍA-MG EN BIOTECNOLOGÍA



**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

Datos generales

Número de muestra : 02  
Solicitada : Maritza Fernandez Choque  
Muestra : **Carne Ahumada de Alpaca 59A, Ahumado con Aserrín naranja**  
Fecha de recolección : 22 de Noviembre del 2011  
Hora de recolección : 10:00 A.M

**RESULTADOS**

MICROORGANISMOS	RESULTADOS	Parámetros Microbiológicos Grupo X; ítem 8
Staphylococcus aureus/g.	0	100
Clostridium Perfringens/g.	0	100
Salmonella sp./25 g.	0	0

MICROORGANISMOS	RESULTADOS	Parámetros Microbiológicos Grupo X; ítem 8
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios viables/g	250	
N.M.P. Coliformes/100 ml totales/g (37°C)	0	
N.M.P. Coliformes/100 ml termotolerantes/g (44.5°C)	0	
Recuento de E. coli/g	0	
Hongos y levaduras/g	0	

Estos Parámetros Microbiológicos no son de exigencia según la norma NTS N° 071

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Método estandarizado por Agotamiento en superficie.  
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: NTS N° 071-MINSA/DIGESA-VO1.

**CONCLUSIÓN:** De acuerdo a los resultados de análisis, la muestra está dentro de los Parámetros Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de Consumo Humano, correspondiente al grupo X, Carnes y Productos Carnicos, ítem 8, carnes secas, seco saladas (Charqui, Chalona, Cecina).  
Se concluye por lo antedicho que la muestra **ES APTA** para Consumo Humano.

**microlab**

29/11/2011.

**microlab**

*Rocio M. Escalante Guzman*  
Blga. Rocio M. Escalante Guzman  
MICROBIOLOGIA Y BIOTECNOLOGIA

**microlab**

*Elizabet Samanez Gibaja*  
Blga. Elizabet Samanez Gibaja  
MICROBIOLOGIA Y BIOTECNOLOGIA