



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



EFFECTO DEL POLVO DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus guatemalensis*) COMO ANTIOXIDANTE NATURAL EN SALCHICHA DE CARNE DE ALPACA (*Vicugna pacos*) MEDIANTE LA TECNOLOGIA SOUS VIDE

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MIRIAN ELIANA LLANO JALLAHUI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DEL POLVO DE PITAHAYA ROJA
(Hylocereus guatemalensis) COMO ANT
IOXIDANTE NATURAL EN SALCHICHA**

AUTOR

MIRIAN ELIANA LLANO JALLAHUI

RECuento DE PALABRAS

19761 Words

RECuento DE CARACTERES

108334 Characters

RECuento DE PÁGINAS

101 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 23, 2023 8:50 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 23, 2023 8:52 PM GMT-5

● **11% de similitud general**

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

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


ALICIA M. LEON TACCA
Ing. Agroindustrial Reg. CIP 101611
Doctora en Ciencias de la Ingeniería


Juan Marcos Aro Ara, Ph.D.
Ing. Agroindustrial
CIP 52422

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por todas sus sabidurías por fortalecerme cada día y me hizo valiente en cada una de las situaciones que se me presentaron.

A mis amados y queridos padres Alejandro Llano y Nazaria Jallahui, por ser el mejor ejemplo de perseverancia, esfuerzo y trabajo, por el gran amor y cuidado que tienen por mí y mis hermanos, por la confianza y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional, brindándome valores y enseñanzas.

A mis queridos hermanos Juan de Dios, Ysaac Robinson, Leonel Alfredo, por ser mi ejemplo a seguir; admiro la sencillez, el empeño y esfuerzo, por su cariño apoyo en todo momento y por ser mi mayor alegría y lo más lindo que tengo en mi vida.

Mirian Eliana Llano Jallahui

“En el momento que dejas de pensar en lo que puede pasar, empiezas a disfrutar de lo que está pasando.”



AGRADECIMIENTOS

A mi primera casa de estudios la Universidad Nacional del Altiplano Puno, la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, docentes y administrativos, por haber contribuido y aportado conocimientos a lo largo de mi formación profesional, muy agradecida.

En especial a mi director y asesor de tesis Ph.D. Juan Marcos Aro Aro por su acertada orientación, su asesoría siempre dispuesta, paciencia, entusiasmo, apoyo incondicional, dedicación e interés en la realización del presente trabajo de investigación.

A mis distinguidos miembros del jurado Mg. Sc. Edgar Gallegos Rojas, Mg. Sc. Cesar Paul Laqui Vilca y Mg. Sc. Juan Quispe Ccama por su apoyo, acertadas sugerencias, recomendaciones, correcciones y guía en el presente trabajo de investigación.

Al personal encargado de los laboratorios a los señores; Rufino, Pablo, Roxana y Mary por la disposición y facilidad que me brindaron durante el presente trabajo de investigación.

A la Ing. Lucero Farfán Rodríguez, Ing. Carlos Elías Peñafiel, Dr. Christian Encina Zelada de la Universidad Nacional Agraria La Molina por el apoyo incondicional, coordinación, orientación y motivación en el mundo de la investigación científica.

A la tesista Esmeralda Cervantes de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por la obtención del polvo de cáscara de pitahaya roja que contribuyó en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por el financiamiento de esta tesis, mediante el Proyecto de Investigación Aplicada “Desarrollo y aplicación de polvo, fibra y extracto colorante-antioxidante obtenidos a partir de cáscara de pitahaya mediante tecnología verde asistida por ultrasonido como insumo sustituto de grasa y colorante natural en salchicha de carne de alpaca” CONTRATO N.º 051-2021 CONCYTEC a través de su unidad ejecutora ProCIENCIA.

Finalmente agradezco a todas aquellas personas amigos (as) que de alguna u otra manera fueron partícipes directa e indirectamente en el desarrollo del presente trabajo de investigación. A todos ustedes mi mayor reconocimiento y gratitud.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 17

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 17

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 18

2.2. MARCO TEÓRICO 21

2.2.1. La alpaca (*Vicugna pacos*)..... 21

2.2.2. Clasificación taxonómica..... 21

2.2.3. Carne de alpaca..... 22

2.2.3.1. Producción de carne de alpaca 22



2.2.3.2. Composición de la carne de alpaca	24
2.2.3.3. pH.....	24
2.2.3.4. Color.....	25
2.2.4. Sous vide (cocción al vacío).....	26
2.2.4.1. Envasado al vacío.....	27
2.2.4.2. Materiales de envasado	27
2.2.4.3. Modificaciones fisicoquímicas y sensoriales	28
2.2.4.4. Pérdida de peso y contenido de humedad	28
2.2.4.5. Textura	29
2.2.4.6. pH.....	30
2.2.4.7. Color.....	30
2.2.4.8. Aroma.....	32
2.2.4.9. Terneza y jugosidad	34
2.2.4.10. Sabor.....	35
2.2.5. Oxidación lipídica en productos cárnicos.....	35
2.2.5.1. Métodos de evaluación de oxidación lipídica	38
2.2.6. La pitahaya.....	40
2.2.6.1. Clasificación botánica de la pitahaya	41
2.2.6.2. Caracterización botánica de la pitahaya	42
2.2.6.3. Composición nutricional de la pitahaya	44



2.2.6.4. Origen, distribución y producción de la pitahaya	45
2.2.7. Colorimetría.....	45
2.2.7. Textura.....	46
2.2.7.1. Métodos de la medición de la textura “firmeza”.....	46
2.2.7.2. Aplicación de la compresión y punción	47
2.2.8. Antioxidantes	47

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	50
3.2. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.....	50
3.2.1. Materias primas	50
3.2.2. Insumos Naturales	51
3.2.3. Equipos	51
3.2.4. Instrumento	51
3.2.5. Materiales	52
3.2.6. Reactivos.....	52
3.3. METOLOGÍA EXPERIMENTAL	52
3.3.1. Descripción de las operaciones para el procesamiento de salchichas	53
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	56
3.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE TBARS.....	56



3.6. DETERMINACIÓN DE TEXTURA	59
3.7. DETERMINACIÓN DE COLOR.....	59
3.8. ANÁLISIS SENSORIAL	59
3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL	60
3.9.1. Para el primer objetivo.....	60
3.9.2. Para el segundo y tercer objetivo.....	61
3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO	62
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. TBARS (1er Experimento).....	63
4.2. TBARS (2da Experimento).....	64
4.3. TEXTURA (TPA) Y ESFUERZO DE CORTE.....	67
4.4. DETERMINACIÓN DE COLOR.....	69
4.5. ANÁLISIS SENSORIAL	71
V. CONCLUSIONES	74
VI. RECOMENDACIONES.....	75
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	98



Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de julio del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción de alpaca (Ton) en el Perú	23
Tabla 2.	Composición química de la carne de alpaca (%)	24
Tabla 3.	Medición del color instrumental de la carne de alpaca.....	25
Tabla 4.	Colores de cascara y pulpa de algunas especies <i>Hylocereus</i>	42
Tabla 5.	Clasificación taxonómica de la pitahaya.....	43
Tabla 6.	Composición nutricional de la pulpa de tres principales especies de frutos de pitahaya	44
Tabla 7.	Diseño experimental para el primer objetivo	60
Tabla 8.	Diseño experimental para el segundo y tercer objetivo	61
Tabla 9.	Análisis de perfil de Textura y esfuerzo de corte en salchichas de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide, muestras con 20% de PPR. Son comparados con respectivos controles (0% PPR) con diferencia significativa ($p<0.05$).....	68
Tabla 10.	Evaluación de color instrumental (CIE L^* , a^* , b^*) en salchichas de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide, muestras con 20% de PPR. Son comparados con respectivos controles (0% PPR) con diferencia significativa ($p<0.05$).....	70



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reacción del ácido tiobarbitúrico (TBA) con el MDA.....	39
Figura 2. Fruto de la pitahaya roja	40
Figura 3. Diagrama de cromaticidad	46
Figura 4. Diagrama de flujo de experimento I: preparación de salchichas de carne de alpaca para evaluar la eficacia antioxidante de PPR. (Polvo de pitajaya roja)	53
Figura 5. Diagrama de flujo de experimento II: preparación de salchichas de carne de alpaca con 20% de PPR y control a diferentes temperaturas de cocción.....	55
Figura 6. Efecto de diferentes concentraciones de polvo de pitajaya roja (PPR) y 0.1 % de butylated hydroxytoluene (BHT) en valores de TBARS (mg MDA/Kg). En salchichas almacenadas a 37°C..	63
Figura 7. Efecto de 20% de concentración de polvo de pitajaya roja (PPR) en valores de TBARS (mg MDA/Kg). En salchichas almacenadas a 37°C.	65
Figura 8. Perfil sensorial en salchichas de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide, muestras con 20% de PPR.	72



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ml	: Mililitro
g	: Gramos
Kg	: Kilogramos
°C	: Grados Celsius
pH	: Potencial de hidrogeno
µg	: Microgramos
ANVA	: Análisis de varianza
Fig.	: Figura
%	: Porcentaje
TBA	: Ácido tiobarbitúrico
TBARS	: Sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico
MDA	: Malonaldehido
BHA	: Butil hidroxí-anisol
BHT	: Butil hidroxí-tolueno
PPR	: Polvo de pitahaya roja
PA	: Poliamida
IPO	: Inca peanut oil



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la optimización e incorporación de polvo de cascara deshidratada de pitahaya (*Hylocereus guatemalensis*) como antioxidante natural en la elaboración de salchicha de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) empleando combinaciones de concentraciones de PPR, 0%, 10%, 15%, 20% y 0.1% de BHT. Sometidos a una cocción de 75°C por 30 minutos. Posteriormente una vez seleccionando la concentración óptima se procedió a elaborar el producto con ingredientes y sometiendo a diferentes temperaturas de cocción mediante sous vide, se evaluó color, textura, esfuerzo de corte, análisis sensorial de la salchicha de carne de alpaca. Teniendo como resultado la oxidación lipídica donde el TBARS en la muestra con 20% de PPR fue 0.28 mg MDA/Kg indicando una menor oxidación; posteriormente se evaluó el TBARS de la muestra T6 con 0.22 mgMDA/Kg. En textura se obtiene en la fuerza de corte de 16.25 N. Durante el almacenamiento la oxidación lipídica donde el TBARS de los tratamientos fue menor, en las propiedades fisicoquímicas, mantuvo sus cambios significativos.

Palabras Clave: *Vicugna pacos*, Oxidación lipídica, Sous Vide, Pitahaya.



ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the optimization and incorporation of pitahaya (*Hylocereus guatemalensis*) dehydrated shell powder as a natural antioxidant in the production of alpaca (*Vicugna pacos*) meat sausage using a combination of PPR concentrations, 0% , 10%, 15%, 20% and 0.1% BHT. Subjected to cooking at 75°C for 30 minutes. Subsequently, once the optimal concentration was selected, the product was elaborated with ingredients and subjected to different cooking temperatures by sous vide, color, texture, cutting effort, sensory analysis of the alpaca meat sausage were evaluated. Resulting in lipid oxidation where the TBARS in the sample with 20% PPR was 0.28 mg MDA/Kg indicating less oxidation; Subsequently, the TBARS of the T6 sample was evaluated with 0.22 mgMDA/Kg. In texture it is obtained in the shear force of 16.25 N. During storage, lipid oxidation where the TBARS of the treatments was lower, in the physicochemical properties, maintained its significant changes.

Keywords: *Vicugna pacos*, Lipid oxidation, sous vide



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La alpaca (*Vicugna pacos*) es un camélido sudamericano doméstico de gran importancia en la zona andina por su alto contenido de proteínas, hierro y bajo en grasas, siendo la especie con mayor existencia numérica en el Perú, siendo también un recurso destacable para la producción de carne en las familias de la zona alto andina (Pérez et al., 2000).

En la actualidad existe un gran interés en la búsqueda de alternativas para prolongar la vida útil, los productos de consumo inmediato con menor contenido de aditivos o libre de ellos, minimizando el daño térmico.

Hoy en día la cocción de la carne de alpaca se realiza convencionalmente a temperaturas por encima de ebullición en donde se produce daños por calor a las proteínas, vitaminas, oxidación de lípidos que modifican la textura, olor, color y sabor además de considerables pérdidas de agua, compuestos aromáticos y pérdida de color. El sous vide o bajo vacío que consiste en envasado al vacío; que impide la recontaminación después del cocinado sometido a tiempos prolongados y temperaturas bajas, retrasando la oxidación de lípidos causantes de olores y sabores indeseables. Cocinar por el método sous vide reduce la pérdida de agua durante la cocción, daño térmico sobre proteínas, lípidos, prolonga la vida útil del producto y mantiene la calidad nutricional.

Varios antioxidantes sintéticos, como BHA, BHT, TBHQ, se utilizan en la industria alimentaria para inhibir oxidación de lípidos. Sin embargo, su uso ha sido restringido debido



a posibles riesgos para la salud y toxicidad. Los consumidores demandan cada vez más productos naturales como alternativas conservantes en los alimentos porque la seguridad de los aditivos sintéticos ha sido cuestionada en los últimos años. Conservación alternativa. Se están investigando técnicas que utilizan ingredientes de origen natural para su aplicación en productos alimenticios. Debido a negativo percepciones de los consumidores sobre los conservantes artificiales, la atención se está desplazando hacia las alternativas que los consumidores perciben como naturales, incluyendo aceites esenciales (AE) y esencias de extractos de plantas. En particular, los aceites esenciales vegetales están atrayendo el interés como conservantes potenciales porque generalmente se reconocen como seguros y tienen una amplia aceptación por parte de los consumidores.

La aplicación de este método, nos ayudara a establecer la relación temperatura y tiempo con el fin de alcanzar un equilibrio entre la seguridad, calidad nutricional y sensorial. Este método aplicado y evaluado en un producto cárnico como la carne de alpaca sería un aporte importante, puesto que esta carne cuya característica principal es proteica procedente de una especie nativa de nuestra región. El objetivo de este trabajo de investigación es la siguiente:



1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la incorporación de polvo de pitahaya roja (*Hylocereus guatemalensis*) como antioxidante natural en la elaboración de salchicha de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) usando tecnología sous vide.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la eficiencia antioxidante obtenido del polvo de pitahaya roja (*Hylocereus guatemalensis*) como antioxidante natural en salchicha de carne de alpaca.
- Evaluar el efecto sobre la estabilidad oxidativa de las salchichas de carne de alpaca cocidas, durante el almacenamiento a 37°C midiendo los valores de TBARS.
- Determinar su efecto en fuerza de corte, textura, color y atributos sensoriales en salchicha de carne de alpaca procesadas mediante sous vide.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Pitaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) o Dragón fruta, miembro de las cactáceas, es originaria de México, América Central y del Sur y también se ha cultivado en Tailandia. Tiene tallos cladodios y carácter específico, brácteas o escamas con frutos de color rojo brillante (Sengkhampan *et al.*, 2013).

(Jayawardana *et al.*, 2015), evaluó la capacidad antioxidante y la actividad microbiana de las hojas de moringa cuando se incorporó en salchicha de pollo en diferentes concentraciones (0.25%, 0.5%, 075% y 1%) de moringa y se midieron los valores de TBARS, pH y análisis microbiano la cual en la semana quinta de almacenamiento el panel sensorial no detecto ninguna diferencia en ningún atributo sensorial en las salchichas de pollo.

(Thu *et al.*, 2020), estudió la eficacia antioxidante del extracto de hoja de guayaba en salchichas de carne de cerdo frescas, en comparación con el control negativo y 200 ppm de hidroxitolueno butilado (BHT) para 0, 1, 4, 7, 10 y 14 días a una temperatura de 4°C, se reportó que el extracto aportó una capacidad antioxidante a partir del 4 día, la salchicha presento menos dienos conjugados menor índice de peróxido y de acidez, menor índice de tiobarbitúricos y mejor color. El extracto de hoja de guayaba es efectivo para prevenir la oxidación en salchichas de cerdo frescas.

(Jayawardana *et al.*, 2011), evaluó la eficacia antioxidante del extracto de frijol rojo en salchichas de cerdo cocidas en donde se evaluaron los valores de TBARS, la evolución



del color instrumental, así como también las puntuaciones del panel sensorial. Trabajo con salchichas sin curar y curados al 0.2% del extracto de frijol donde resulto que las salchichas sin curar no se vieron afectadas tanto en color, olor y sabor en cuanto a las salchichas curadas se vieron afectadas en su color y olor en cuanto al sabor no se vio afectado lo cual resulta que el extracto de frijol rojo es un antioxidante natural potencial.

(Gengatharan *et al.*, 2017), estudió los efectos del tratamiento del pH y su almacenamiento refrigerado a 4°C sobre la estabilidad de las preparaciones de colorantes naturales de la pitahaya roja en comparación con las preparaciones de colorantes comerciales de la Betarraga, E – 162. También investigo preparaciones de Pitahaya roja en yogur la cual nos indica que la aceptabilidad del color del yogur fue muy similar a la de un yogur comercial sabor fresa lo cual sugiere su posible aplicación como colorante funcional.

(Bozkurt, 2006), investigó el efecto de antioxidantes naturales del extracto de té verde, aceite de *Thymbra spicata* y antioxidantes sintéticos (hidroxitolueno butilado, BHT) determino los valores de amina biogénica y TBARS y la calidad (pH, color y atributos sensoriales) de la salchicha turca fermentada en seco. Donde los resultados indican que el antioxidante más eficaz es el extracto de té verde, así como también señalo que los antioxidantes naturales son más efectivos que los antioxidantes sintéticos por lo que se puede utilizar fácilmente en salchichas turcas fermentadas en seco para mejorar la calidad y proporcionar productos más seguros.

(Devatkal *et al.*, 2010), estudió el efecto antioxidante de extracto de polvo de cascara de kinnow, polvos de cascara de granada y polvos de semillas de granada en empanadas de carne de cabra cocidas. Se evaluó el contenido total de fenoles, actividad de captación de radicales y el efecto de estos extractos sobre el color instrumental, atributos sensoriales y



valores de TBARS durante su almacenamiento de las hamburguesas de carne de cabra, donde se observó una reducción en los valores de TBARS durante su almacenamiento en polvo de cascara de granada, polvo de semilla de granada y polvo de cascara de kinnow en comparación con las hamburguesas de control, concluye que los extractos de los subproductos de frutas ya mencionados tienen potencial uso como antioxidantes naturales en productos cárnicos.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. La alpaca (*Vicugna pacos*)

La alpaca es un animal de la cordillera de los andes. Su existencia se remonta antes de la era cristiana. La alpaca durante el imperio de los incas, gracias a su producción de fibra y su utilización esporádica en los mitos religiosos, la crianza de esos animales fue hecho con bastante esmero e interés para incrementar la producción y aumentar la población general (Bustinza, 2001; Pinto *et al.*, 2010).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Por años, el nombre científico *Lama pacos* ha sido citado por autores (Arias & Gamarra, 2001; Fernández, 2005; Polidori *et al.*, 2007) para dar referencia a la alpaca; aunque recientes investigaciones concluyeron que no existen evidencias para referirse a la alpaca dentro del género *Lama*; por otro lado la alpaca y vicuña están más interrelacionadas (Kadwell *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2004; Marín *et al.*, 2007), por lo cual la clasificación taxonómica de la alpaca, es la siguiente:



Clase : Mammalia

Subclase : Theria

Infraclase : Eutheria

Orden : Artiodactyla

Sub orden : Ruminantia

Familia : Camelidae

Género : Vicugna

Especie : pacos

Nombre científico : *Vicugna pacos*

Nombre común : Alpaca

2.2.3. Carne de alpaca

2.2.3.1. Producción de carne de alpaca

Mateo *et al.* (2010) mencionó que anualmente se sacrifican medio millón de alpacas en el Perú. La producción de esta carne sigue una tendencia al incremento. En la Tabla 1 muestra la producción de carne de alpaca (Toneladas) en el Perú donde se evidencia la producción referida a los años 2009 al 2018.



Tabla 1. Producción de alpaca (Ton) en el Perú

AÑO	Producción carne de alpaca (Ton.)
2009	10 189
2010	10 761
2011	11 318
2012	11 999
2013	12 169
2014	12 594
2015	11 917
2016	12 445
2017	12 747
2018	12 689

Fuente: MINAGRI-SIEA (2019)

La producción de carne de alpaca depende de la saca anual, es decir, del número de animales que cada año se descartan del rebaño para ser distribuidos al sacrificio. (Fernández, 2005), estima que el porcentaje de saca anual, tanto en alpacas como en llamas, es del orden del 10 al 12 por ciento.



2.2.3.2. Composición de la carne de alpaca

En la Tabla 2, se muestra la composición química de la carne de alpaca. Así por ejemplo se dispone de los trabajos de Cristofanelli *et al.* (2004) y Salvá *et al.* (2009) con animales criados de forma tradicional en el Perú.

Tabla 2. Composición química de la carne de alpaca (%)

Composición química	ALPACA
Humedad %	74.1
Proteína %	22.7
Grasa %	2.1
Cenizas %	1.1

Fuente: Cristofanelli *et al.* (2004), Salvá *et al.* (2009).

La carne de alpaca es altamente proteica, conteniendo un 22.7%, un contenido graso de 2.1%, humedad de 74.1% y cenizas 1.1%. Según Mateo *et al.* (2010) los niveles de colesterol escasos son uno más de sus atributos y ventajas respecto a otras carnes. Cristofanelli *et al.* (2004) determinaron valores de 51 y 56 mg/100g de colesterol en carne de alpaca.

2.2.3.3. pH

El pH es un parámetro que estima el nivel de ácido láctico y de otros ácidos orgánicos de la carne, circunstancia que lo convierte en parámetro de referencia para evaluar la glucólisis muscular post-mortem y las desviaciones de la calidad de la carne durante la misma (Sellier, 1988; Cañeque, 2000).

Así también se usa para decidir sobre el tipo de procesamiento al que se va a destinar la carne. Cristofanelli *et al.* (2004) midieron el pH en las canales de 20 llamas y 40 alpacas machos de la estación experimental de Arequipa (Perú) tras 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas post-mortem, observando en todos los casos un proceso glicolítico normal, alcanzándose finalmente valores de pH en torno a 5.5.

En general, la Norma Técnica Peruana NTP 201.043 (INDECOPI, 2005), señala que el pH de la carne de alpaca se debe encontrar entre los valores de 5.5 y 6.4.

2.2.3.4. Color

En la Tabla 3 se muestran los valores obtenidos por Salvá *et al.* (2009) en la evaluación de la carne de alpaca.

Tabla 3. Medición del color instrumental de la carne de alpaca

Coordenada CIE LAB	Promedio \pm SD (n=20)	Rango
L*	36.17 \pm 2.12	29.64 - 3.46
a*	15.05 \pm 1.44	12.37 - 17.98
b*	1.16 \pm 2.30	-3.64 - 5.43

Fuente: Salva *et al.* (2009)

En lo referente al color, tiende a tener un color característico, diferente a los otros camélidos.

Según Oyagüe (2010), pocos son los estudios que tratan sobre el sabor y olor de la carne de alpaca. La carne de alpaca y de llama presentaron valores similares para estos atributos de acuerdo a los resultados del análisis sensorial llevado a cabo por Neely *et al.*



(2001). No obstante, estos autores intentaron utilizar una nariz electrónica como un instrumento para distinguir entre dos tipos de carne y pudieron clasificar correctamente un porcentaje considerable de muestras de carne cocida de alpaca con un modelo de regresión lineal, sin embargo, consideran importante utilizar un panel sensorial para calibrar dicho instrumento y mejorar los resultados.

Tellez (1992); Oyagüe (2010), indican que la carne de alpaca se caracteriza por su color rojo cereza, olor sui generis, sabor agradable y textura suave; sin embargo, como en todas las especies de animales, las características sensoriales, varían con la edad, sexo, estado sanitario, manejo y alimentación.

2.2.4. Sous vide (cocción al vacío)

La palabra sous vide se origina del francés que significa "bajo vacío" y se define como el proceso en el que los alimentos se cocinan en recipientes de vacío estables al calor a temperatura controlada durante un tiempo específico seguido de almacenamiento a baja temperatura (Renna *et al.*, 2014).

La técnica introducida por primera vez para la industria de la restauración ahora es aplicable en muchas industrias. La cocción al vacío generalmente usa baja temperatura (50–80 °C) por un período de tiempo más largo dependiendo del tipo de carne conservando un estado más natural la humedad y sabor que la cocción convencional (Sánchez *et al.*, 2012; Baldwin, 2012). Durante todo el procesamiento de los alimentos, la temperatura de cocinado se encuentra justo por encima de la temperatura final deseada en el interior del producto, y gracias a este ajuste de la temperatura se consigue evitar el exceso de cocinado de los alimentos (Baldwin, 2009; Domínguez, 2018).



Sous vide es aplicable a casi todo tipo de alimentos. En sous vide, la carne generalmente se cocina durante mucho tiempo a 55 – 80 ° C. En temperaturas relativamente bajas, la jugosidad de la carne se mantiene mientras se mejora el sabor y la ternura (Ruiz, 2010; Aguilera, 2018).

También genera una mayor ternura, retención de color y sabor junto con la reducción del daño a las proteínas, el deterioro de los lípidos y otros compuestos sensibles al calor (Díaz *et al.*, 2008).

2.2.4.1. Envasado al vacío

El envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire del interior del envase sin que sea reemplazado por otro gas, existiendo una diferencia de presión entre el exterior y el interior del envase (FAO, 2001). Los materiales de envasado deben ser impermeables a la humedad, para evitar la desecación, e impermeables a los gases, para evitar el intercambio con la atmósfera.

Este hecho determina que los microorganismos alterantes habituales, que son aerobios y necesitan por tanto oxígeno para crecer, vean fuertemente inhibido su crecimiento. De ahí la destacable extensión de la seguridad y la vida útil de los alimentos así envasados, siempre que se mantengan en refrigeración (Gobantes *et al.*, 2001). El envasado es muy importante en el cocinado de sous vide por su importancia en la inhibición del deterioro químico y microbiológico durante el proceso y almacenamiento (Rodgers, 2007).

2.2.4.2. Materiales de envasado

El material plástico utilizado deber ser capaz de resistir tanto la temperatura de cocción/pasteurización como la de recalentamiento a la cual va a ser sometido. Así por



ejemplo el polipropileno (PP), poliamida (PA). Para productos pasteurizados a temperaturas de entre 70-80° C y posteriormente almacenados a 0-3°C, con una vida útil de menos de 21 días, el uso de materiales como polipropileno (PP) y poliamida (PA) son los más recomendables. Si la vida útil excede de 21 días es mejor el uso de materiales a base de polipropileno y resinas protectoras para asegurar la adecuada impermeabilidad del envase.

2.2.4.3. Modificaciones fisicoquímicas y sensoriales

El calentamiento es una parte crucial del procesado de las carnes, ya que casi todas las carnes son calentadas previamente a su consumo. El cocinado, en mayor o menor grado, afecta a la terneza, a la jugosidad y al aroma de la carne a través de cambios físicos y bioquímicos producidos en las proteínas, hidratos de carbono, lípidos y otros componentes minoritarios, y que son inducidos por el aumento de temperatura. El alcance de estos cambios dependerá en gran medida de la temperatura y tiempo de cocinado, así como del método de cocinado. (Obuz, 2003; Ayub & Ahmad 2019).

2.2.4.4. Pérdida de peso y contenido de humedad

Jeong *et al.* (2018), indican en sus resultados que el contenido de humedad se vio afectado por la temperatura de cocción. Hasta 60 °C, las fibras musculares se contraen transversalmente y ensanchan la brecha entre las fibras, pero por encima de esta temperatura, las fibras musculares se contraen longitudinalmente y causan una pérdida sustancial de agua y la extensión de esta contracción aumenta con la temperatura. Sin embargo, la tendencia fue consistente con la encontrada en las pérdidas de peso, las muestras cocinadas a 80°C mostraron un contenido de humedad más bajo que aquellas cocinadas a 60° y 70°C (Roldán *et al.*, 2013). En el hígado crudo, la humedad es del 69,7%, que disminuyó al 67,3% después de la cocción al vacío causando solo un 2% de pérdida (Belibagli & Ersan, 2018).



2.2.4.5. Textura

La textura de la carne depende de las características zootécnicas del animal, tales como la raza, la edad y el sexo, el tipo de músculo, o del método de cocinado utilizado (Nikmaram *et al.*, 2011).

La masticación y la cohesión de la carne están muy influenciadas por el tiempo de cocción, la temperatura y su interacción, mientras que los valores de dureza y fuerza de corte se ven más afectados por el tiempo de cocción y la interacción entre el tiempo y la temperatura. Los cambios en el ablandamiento de la carne se deben a la solubilización de los tejidos conectivos, mientras que la dureza de la carne se asocia con la desnaturalización miofibrilar (Roldán *et al.*, 2013). La temperatura de cocción es crítica para el ablandamiento de la carne, por lo tanto, la temperatura más alta que la temperatura de contracción del colágeno no disminuye la sensibilidad, mientras que la temperatura más alta formará tejidos menos sensibles debido a la coagulación intensiva del colágeno. Así como también la carne de res cocinada a 80 °C y 90 °C es más dura que la carne cocinada a 60 °C y 50 °C (Palka, 2003). A 65 °C las proteínas sarcoplasmáticas forman un gel que lo hace más tierno y fácil de comer, mientras que la dureza de la carne aumenta por encima de los 65 °C porque, por encima de esta temperatura, la elasticidad tiende a actuar negativamente y hace que la carne sea dura (Tornberg, 2005).

En el caso de las carnes cocinadas mediante el método *sous vide*, se ha constatado que temperaturas de cocinado de 70°C - 80°C dan lugar a carnes con textura más blandas que las cocinadas a temperaturas más bajas (Garcia *et al.*, 2007; Sanchez *et al.*, 2012).



La textura de la carne está determinada directamente por las propiedades de las estructuras miofibrilares, conjuntivas y del citoesqueleto, las cuales son muy variables dependiendo de la especie, raza, sexo, edad y a la que le influyen numerosas variables biológicas y tecnológicas.

Polidori *et al.* (2007), evaluaron el efecto de la maduración sobre la terneza de la carne de alpaca y llama mediante pruebas con el dispositivo Warner-Bratzler. En el estudio se detectó una mejora significativa en la terneza de la carne luego de una semana de almacenamiento a 4°C. En carne de alpaca, Salvá (2009) midió la dureza de 20 muestras de la carne de alpaca, encontrando un rango de 3.21 a 5.84 kg/cm² con un promedio de 4.67 ± 0.84 kg/cm².

2.2.4.6. pH

El resultado del pH se asocia con el deterioro de carne durante el almacenamiento en frío. El pH creciente puede deberse a un aumento en las bases volátiles producidas por ejemplo el amoníaco y trimetilamina durante el almacenamiento. Díaz *et al.*, (2008).

Los valores finales de pH observados para los músculos estaban dentro del rango normal (5.4-5.8) para la carne de res (Fiorentiniet *et al.*, 2018). Estudios anteriores también han informado que no hay cambios significativos en el pH en carne procesada al vacío (Sun *et al.*, 2017).

2.2.4.7. Color

El color de la carne atrae al consumidor más que cualquier otra cosa, ya sea carne cocida o cruda. Los cambios de color en la carne roja están asociados con la desnaturalización de la mioglobina (Troy & Kerry, 2010; Oz *et al.*, 2017).



King & Whyte (2006), afirman que la carne cocinada, donde el color viene determinado por el grado de desnaturalización de la mioglobina (Mb) en un primer momento, cuando se aplica el color a la carne, la Mb tiende a oxidarse dando lugar a la formación de MMB; sin embargo, si esta aplicación de color continua, la Mb se desnaturaliza dando lugar a un pigmento de color marrón.

Según (Schafheitle, 1990), el proceso sous vide minimiza la pérdida de color en mayor porción que otros métodos de cocinado y empaquetado convencionales.

La carne cocida Sous vide posee una capa marrón menos gruesa en comparación con la carne procesada a alta temperatura. La carne cocinada en sous vide tiene valores de b^* más altos, lo que puede deberse al aumento de la meta mioglobina que da como resultado productos marrones (Botinestean *et al.*, 2016).

Aunque se puede lograr más cocción en caso de sous vide cuando la carne se cocina durante un tiempo bastante largo (6 – 24 hrs.) junto con una cocción uniforme en comparación con la cocción convencional desigual.

Los valores de enrojecimiento de la carne disminuyen con el aumento de la temperatura, en la carne de cordero y semitendinoso de carne de res, mientras que la carne cocida posee valores ligeramente más altos de amarillez durante tiempos de calentamiento prolongados (Domínguez *et al.*, 2018). El color exterior de la superficie de la carne también depende de la caramelización y las reacciones de Maillard, ya que las reacciones tienen lugar a altas temperaturas, por lo que la carne cocida al vacío no se ve muy afectada por ella, aunque las técnicas de cocción que usan altas temperaturas están muy influenciadas (Trbovich, 2017).



El color de la carne puede ser medido de varias formas: visual, normalmente utilizando panelistas entrenados que asignan valores de acuerdo a una escala descriptiva que contiene unos valores ya preestablecidos; midiendo la concentración de Mb en las muestras (King & Whyte, 2006). Actualmente se utiliza el espacio CIE Lab, que consiste en definir el color en función de tres parámetros: L^* , que determina la luminosidad del cuerpo coloreado; a^* , que mide la desviación rojo-verde; y b^* , que indica la desviación amarillo-azul. A partir de estas mediciones se pueden calcular otros valores ópticos adicionales como el ángulo de Hue, que determina el tono de color y la cromaticidad, saturación o croma, que indica la intensidad del color (Warriss, 2000).

2.2.4.8. Aroma

El aroma de la carne cocinada desempeña el papel más importante en la aceptación de la misma por los consumidores (Van *et al.*, 2012). Mientras que la carne cruda tiene poco o ningún aroma y solo un ligero sabor a metálico (Mottram, 1998), en la carne cocinada se han detectado y descrito más de 1000 compuestos volátiles (Pegg & Shahidi, 2004). La carne desarrolla su aroma durante el cocinado a partir de las interacciones de los precursores no volátiles, que incluyen aminoácidos libres, péptidos, azúcares, vitaminas, nucleótidos y ácidos grasos insaturados. Estas interacciones incluyen la reacción de Maillard entre compuestos amino y carbonilo, la oxidación de los lípidos, la degradación térmica de la tiamina y las interacciones entre estas vías (Mottram, 1988).

Cuantitativamente, la oxidación de los lípidos es la principal fuente de compuestos volátiles en la carne cocinada, especialmente la oxidación de los ácidos grasos insaturados (Cheng & Ho, 1998). La menor contribución del resto de las reacciones al volumen de compuestos volátiles no les resta importancia en el desarrollo del aroma final de la carne



cocinada, ya que los compuestos formados por estas vías (compuestos heterocíclicos con aroma cárnico) presentan menores umbrales de detección (Van et al., 2012). Entre los compuestos formados se encuentran furanos, furanonas, piranos, piracinas, tiofenos, tiazoles, tiazolinas, oxazolinas y polisulfuros heterociclicos, cuya combinacion produce el aroma basico e inespecifico de la carne. En cambio, las reacciones de oxidación lipídica producen el aroma basico e inespecifico de la carne. Así como también, las reacciones de oxidación lipídica producen compuestos aromaticos que parecen ser los responsables del aroma especifico de cada tipo de carne (Horstein & Wasserman, 1987).

Es bien sabido que tanto la temperatura como el tiempo de cocinado afectan de forma significativa al desarrollo de los compuestos volátiles, y por tanto al aroma de la carne cocinada (Domínguez *et al.*, 2018). En general, se ha observado que a medida que aumenta la temperatura de cocinado, incrementa la formación de compuestos (King et al., 1995). Así a temperaturas por encima de 140 °C, la reacción de Maillard se intensifica, estando favorecida por la deshidratación de la superficie de la carne (MacLeod *et al.*, 1981). Por otro lado, los compuestos volátiles procedentes de la degradación lipídica predominan en las carnes cocidas o ligeramente asadas, con relación a los compuestos azufrados, los tiazoles y piridinas, son asociadas a las carnes asadas (Mottram, 1985), mientras que los tioles están más relacionados con carnes cocinadas a bajas temperaturas entre 70 °C a 100 °C (Almela *et al.*, 2010).

Cuando se cocina la carne al vacío, el uso de temperaturas moderadamente altas (80 °C) estimula la formación de compuestos volátiles procedentes de las reacciones de degradación de los aminoácidos y las reacciones de Maillard, con la consiguiente formación de compuestos aromáticos con un deseable aroma a carne. Por el contrario, estas temperaturas



provocan una disminución en la formación de compuestos procedente de la degradación de los ácidos grasos, normalmente asociados con aromas indeseables en la carne. Sánchez *et al.* (2013), han observado una menor formación de compuestos volátiles en hamburguesas de cerdos irradiados y cocinadas al vacío, comparadas con esas mismas hamburguesas irradiadas y cocinadas en presencia de aire (Ahn *et al.*, 1998). Parece ser que el envasado al vacío tiene un escaso efecto en la formación de compuestos aromáticos durante el cocinado de la carne cuando se aplican bajas temperaturas y largos tiempo (Sánchez *et al.*, 2013).

No obstante, existe poca información científica en relación a cómo afecta el cocinado al vacío sobre el perfil de compuestos volátiles de la carne.

2.2.4.9. Terneza y jugosidad

La pérdida de jugos de la carne, están estrechamente ligadas a la estructura proteica del músculo, habiéndose contrastado ampliamente la preferencia de los consumidores por las carnes tiernas (Koohmaraie, 1994; Nishimura, 2010).

La técnica de tiempo prolongado a baja temperatura hace que la carne esté tierna, aunque reduce la jugosidad de la carne roja, mientras que la carne se vuelve más jugosa reduciendo el tiempo de cocción (Domínguez *et al.*, 2018).

Las pérdidas de cocción normalmente se correlacionan con la jugosidad de la carne. La cocción *sous vide* retiene más vitaminas en comparación con el procesamiento a alta temperatura, como en el caso de la parrilla y el microondas, lo que reduce las pérdidas de nutrientes en la carne (Botinestean *et al.*, 2016). Carne cocinada rápidamente (microondas) posee menos pérdidas en comparación con una cocción prolongada a la misma temperatura, mientras que *sous vide* posee las menores pérdidas de cocción y la ebullición posee la más



alta. Menos pérdidas en sous vide a pesar de haber sido cocinadas durante mucho tiempo se deben al calentamiento uniforme y al uso de vacío que no permite que la carne se deshidrate mucho (James & Yang, 2012). El estado ablandado de la carne está asociado con el debilitamiento de los tejidos conectivos tras la sujeción del calor. Sin embargo, estos cambios dependen del tipo de músculos, la edad del animal y varios otros factores. La carne cocinada durante mucho tiempo alrededor de 60 °C posee una dureza reducida, se ablanda mejor y se ve mejor en comparación con la carne cocinada a alta temperatura durante poco tiempo. A 60 °C durante 4 – 5 h, los músculos duros de la carne se ablandan más que los músculos blandos. La temperatura y el tiempo requeridos para lograr la ternura deseada para las vacas y otros animales varía (Domínguez *et al.*, 2018)

2.2.4.10. Sabor

Los sabores generalmente se desarrollan por encima de 70 °C debido a la formación de compuestos volátiles. La cocción al vacío imparte menos sabor ya que utiliza baja temperatura, por lo tanto, el sabor a carne proviene de compuestos no volátiles junto con productos de degradación de lípidos. A medida que aumenta la temperatura, los compuestos volátiles comienzan a formarse a partir de la degradación de aminoácidos dependiendo del tiempo (Domínguez *et al.*, 2018). Los estudios demuestran que la carne cocinada mediante la técnica de sous vide conserva mejor los volátiles y evita la acumulación de sabores desagradables. La liberación de volátiles es diferente en la carne cocida convencional y la carne cocida al vacío (Rinaldi *et al.*, 2014)

2.2.5. Oxidación lipídica en productos cárnicos

La oxidación es la principal causa de deterioro de la carne durante el procesado y almacenamiento de la misma (Xiong, 2000). El índice de TBA proporciona una medida del



grado de oxidación de grasas. Se sabe que los ácidos grasos poliinsaturados, por el hecho de poseer varios dobles enlaces, son susceptibles a oxidación. Tanto la temperatura como el tiempo de cocinado tienen un marcado efecto en la producción de radicales libres en carnes que conlleva a la oxidación de lípidos y proteínas, lo que a su vez puede causar indeseables cambios en las características sensoriales, el color y en los valores nutritivos de la misma (Promeyrat *et al.*, 2013).

Las reacciones oxidativas de los lípidos en sistemas musculares se inician en la fracción de fosfolípidos intracelulares en el nivel de las membranas, debido al alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados que muestran en su composición, y que son los principales sustratos en estas reacciones, y a la presencia de metales de transición, como el hierro, que facilitan la generación de especies capaces de abstraer un protón de un ácido graso insaturado (Gray *et al.*, 1996; Laguerre *et al.*, 2007) y así favorecer al desarrollo de la oxidación lipídica.

Durante la producción de los derivados cárnicos, ingredientes como carne magra y tejido adiposo son finamente picados; esto altera la integridad de membranas y expone a los fosfolípidos al oxígeno molecular, enzimas oxidativas, hemopigmentos, iones metálicos, entre otros, todo lo cual aumenta el desarrollo de reacciones de oxidación durante el posterior almacenamiento refrigerado. Las reacciones oxidativas deterioran algunos atributos organolépticos, nutricionales y tecnológicos deseables, y disminuyen la vida útil de los derivados cárnicos (Nieto *et al.*, 2009).

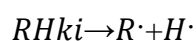
La susceptibilidad y velocidad de oxidación de los ácidos grasos en los lípidos depende de su grado de saturación; así, los lípidos que son más insaturados son oxidados con mayor rapidez que los menos insaturados. A medida que el grado de insaturación aumenta, tanto la tasa de formación como la cantidad de compuestos primarios de la oxidación



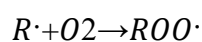
incrementan, y se acumulan al final del período de inducción (Martín *et al.*, 2004). Los ácidos grasos de la carne que sufren mayor oxidación son: C18:0 < C18:1 < C18:2 < C18:3 (Shahidi, 1994). La cantidad y composición de lípidos en el músculo determinan en gran medida la estabilidad oxidativa de los alimentos a base de componentes musculares. Jo *et al.*, (1999), Sasaki *et al.*, (2001) y Estévez *et al.*, (2003) reportaron correlaciones positivas significativas entre el contenido de grasa y la oxidación lipídica, y sugieren que a mayor oxidación lipídica y antioxidantes naturales en derivados cárnicos cantidad de lípidos totales, hay mayor sustrato propenso a sufrir reacciones oxidativas

La oxidación de lípidos es un proceso complejo donde los PUFAs son degradados, vía formación de radicales libres, generando numerosos productos secundarios tales como malonaldehído (MDA) y compuestos volátiles derivados de lípidos causando deterioro de las propiedades nutricionales y sensoriales de los alimentos (Estévez *et al.*, 2003).

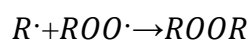
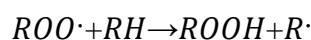
Reacciones:



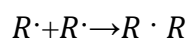
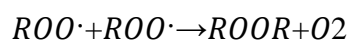
Iniciación



Propagación



Terminación





La exposición al oxígeno y la luz son los principales factores que originan la aparición de fenómenos oxidativos en la carne y/o productos cárnicos. Las especies reactivas del oxígeno (ROS) actúan sobre los lípidos poliinsaturados de las membranas produciendo pérdida de fluidez y lisis celular como consecuencia de la peroxidación lipídica. La peroxidación lipídica se inicia tras la abstracción de un átomo de hidrógeno en la cadena hidrocarbonada de los ácidos grasos poliinsaturados. En un ambiente aerobio se produce la interacción del radical lipídico ($R\cdot$) con el O_2 dando lugar a la formación del radical peroxilo ($ROO\cdot$). Posteriormente, se puede sustraer un nuevo H de otro lípido (reacción secuencial), para formar un hidroperóxido lipídico (ROOH) y un nuevo radical lipídico, que inicia de nuevo la secuencia de propagación. El ciclo de propagación es interrumpido por las reacciones de terminación, en las que se consumen los radicales. Las interacciones biomoleculares de radicales libres originan productos no-radicales muy estables (Rojano *et al.*, 2008), como el MDA.

2.2.5.1. Métodos de evaluación de oxidación lipídica

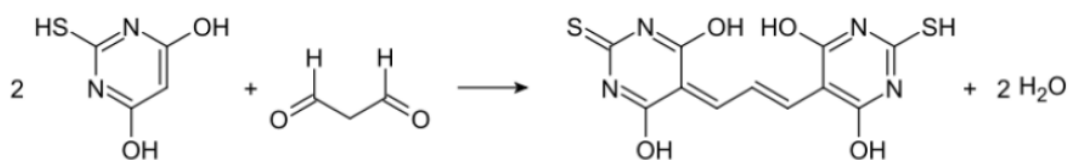
En general, la velocidad de oxidación aumenta con la temperatura; así, la cocción de la carne aumenta el desarrollo de reacciones oxidativas, ya que la interacción entre el oxígeno molecular y los lípidos del músculo se incrementa con ella (Estévez, 2005).

Existen varios métodos para evaluar la oxidación lipídica en alimentos. Se pueden monitorear cambios en las propiedades físicas, químicas u organolépticas para medir la extensión de la oxidación (Estévez *et al.*, 2003). Los métodos disponibles para monitorear la oxidación de lípidos en alimentos se dividen en dos grupos, los que miden cambios primarios y aquéllos vinculados a cambios secundarios.

2.2.5.1.1. Índice de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Este ensayo es uno de los métodos más antiguos y frecuentemente utilizados para evaluar la oxidación lipídica en alimentos, el contenido de TBARS, refleja el contenido de malonaldehído, de los productos de degradación de hidroperóxidos y peróxidos lipídicos formado durante la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados. El malonaldehído (MDA) es un producto de oxidación de PUFAs (ácidos grasos poliinsaturados) que reacciona con el TBA para producir un complejo coloreado Gomes, (2003).

Figura 1. Reacción del ácido tiobarbitúrico (TBA) con el MDA.



Fuente: López *et al.*, (2014)

El MDA es uno de los principales productos secundarios de la oxidación lipídica. El método TBARS se utiliza normalmente para medir los productos derivados de la oxidación secundaria de los lípidos en sistemas musculares (Armenteros, 2010).

Al evaluar la estabilidad oxidativa de la carne y los productos cárnicos se observa un incremento de las TBARS conforme aumenta el tiempo de almacenamiento hasta alcanzar un valor máximo, a partir del cual los valores comienzan a disminuir debido a la reactividad del MDA frente a los grupos amino de aminoácidos y de moléculas de ADN (Kerry *et al.*, 2000; Andreo, 2011).

2.2.6. La pitahaya

La pitahaya, pitay y pitajaha conocida como “Fruta del Dragón” es una planta cactácea perenne que crece de forma silvestre sobre árboles, troncos secos, piedras y muros. Es una fruta exótica contiene características fisicoquímicas, nutricionales y compuestos bioactivos considerándose como un alimento multifuncional, rica fuente de colorante natural esto debido a su alto contenido de betacianinas, la cual le otorga un intenso color desde rojo a púrpura en la pulpa y cascara, además se ha venido evidenciando que además del propósito de colorear proporciona beneficios nutricionales adicionales a sus consumidores por sus excelentes características organolépticas y por su valor comercial. (Le Bellec & Vaillant, 2011b, Tze *et al.*, 2012).

Figura 2. Fruto de la pitahaya roja



La pitahaya es uno de los miembros más ampliamente distribuidos de la familia Cactaceae, con tres especies en el género *Hylocereus* (*H. guatemalensis*, *H. polyrhizus* y *H. undatus*) y una especie en el género *Selenicereus* (*S. megalanthus*) (Mercado-Silva, 2018).



Según el (Verona-Ruiz *et al.*, 2020a) las variedades comerciales más comunes del género *Hylocereus* comprenden 16 especies diferentes, mientras que (Mercado-Silva, 2018) reporta que existen 18 especies dentro de los grupos de *H. undatus* (cáscara roja y pulpa blanca), *H. monacanthus* (cáscara roja y pulpa roja) e *H. megalanthus* (cáscara amarilla y pulpa blanca).

2.2.6.1. Clasificación botánica de la pitahaya

La pitahaya, pitaya o fruta dragón es una fruta tropical no climatérica (Magalhães *et al.*, 2019), nativa del suroeste de México y América Central (Mercado-Silva, 2018; Verona-Ruiz *et al.*, 2020a), perteneciente a la familia *Cactaceae* (Hoa *et al.*, 2006; Mercado-Silva, 2018; Verona-Ruiz *et al.*, 2020a). La descripción de la fruta como “Thang Loy” (vietnamita) o “Dragón Verde” está asociada con el color verde de la fruta inmadura y la apariencia de sus escamas o brácteas en la superficie de la cáscara como las de un dragón (Hoa *et al.*, 2006).

El género *Hylocereus* se caracteriza como una planta trepadora con raíces aéreas que produce frutos grandes, escamosos y glabro (Le Bellec & Vaillant, 2011a). La forma de la pitahaya es elipsoidal con un diámetro que oscila de 10 – 12 cm, de acuerdo a la especie (Verona-Ruiz *et al.*, 2020a). Asimismo, comprende diferentes proporciones de cáscara (22 – 44 %), pulpa (54 – 74 %) y pepas (2 – 4 %), incluyendo las brácteas que sobresalen de la cáscara del fruto (Australian Government, 2017; Cheok *et al.*, 2018)

En *Hylocereus monacanthus*, anteriormente denominada como *Hylocereus polyrhizus* (Mercado-Silva, 2018), las flores tienen una longitud de 25 a 30 cm, los frutos de pulpa roja cubiertos de escamas tienen forma oblonga con una longitud de 10 – 15 cm y un peso de 200 – 400 g (Le Bellec & Vaillant, 2011a). En *Hylocereus undatus*, las flores presentan un diámetro de hasta 29 cm; los frutos rojos rosáceos de pulpa blanca tienen forma oblonga con una longitud de 15 – 22 cm y peso de 300 – 800 g, cubiertos con grandes y

largas escamas o brácteas de color rojo y verde en las puntas (Le Bellec & Vaillant, 2011a).

Las características físicas de éstas y otras especies se presentan en resumen en el Tabla 4.

Tabla 4. Colores de cascara y pulpa de algunas especies *Hylocereus*

Especie	Peso	Color de cáscara	Color de pulpa	Nombre común
<i>H. costaricensis</i>	250 - 600 g	Rojo	Púrpura roja	Pitahaya roja
<i>H. megalanthus</i>	120 - 250 g	Amarillo	Blanco	Pitahaya amarilla
<i>H. purpusii</i>	150 - 400 g	Rojo	Rojo	Pitahaya roja
<i>H. monocanthus</i>	200 - 400 g	Púrpura	Púrpura roja	Pitahaya roja
<i>H. undatus</i>	300 - 800 g	Rojo rosáceo	Blanco	Fruta dragón
<i>H. undatus</i> sub especie luteocarpa	100 - 480 g	Amarillo claro	Blanco	-

Fuente: (Le Bellec & Vaillant, 2011a)

2.2.6.2. Caracterización botánica de la pitahaya

La pitahaya perteneciente a la familia Cactaceae – cactácea en dos géneros separados “*Hylocereus* y *Selenicereus*” las más comerciales es del género *Hylocereus* lo cual tiene alrededor de 16 especies diferentes. Su taxonomía se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación taxonómica de la pitahaya

Nombre Científico	<i>Hylocereus spp.</i>
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
Súper división:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Cactaceae
Subfamilia:	Cactoideae
Tribu:	Hylocereae
Genero:	Hylocereus
Nombre común:	Pitahaya Roja
Especie:	<i>Hylocereus polyrhizus</i> (Haw.) Britt & Rose <i>H. extensus</i> (Salm –Dyck ex De Candolle) <i>H. setaceus</i> (Salm –Dyck ex De Candolle) <i>H. tricae</i> (Hunt) <i>H. minutiflorus</i> Br. And R. <i>H. megalanthus</i> (Schum. Ex Vaupel) <i>H. stenopterus</i> (Weber) Br. And R. <i>H. calcaratus</i> (Weber) Br. And R. <i>H. undatus</i> (Haw.) Br. And R. <i>H. escuintlensis</i> (Eich) Br. And R. <i>H. ocamponis</i> (Salm – Dyck) Br. And R. <i>H. guatemalensis</i> (Eich) Br. And R. <i>H. porpusii</i> <i>H. costaricensis</i> (Weber) Br. And R. <i>H. trigonus</i> (Haw.) Safford <i>H. triangularis</i> (L.) Br. And R.

Fuente: (Suárez, 2011; Verona-Ruiz et al., 2020b)

2.2.6.3. Composición nutricional de la pitahaya

La pitahaya es una fruta muy especial en cuanto a sus cualidades medicinales con un amplio historial de aplicaciones como, por ejemplo: problemas estomacales, gastritis, diabetes y personas con problemas endocrínógenos. Ya que es rica en fibra, calcio y vitamina C (Santarrosa, 2013).

Tabla 6. Composición nutricional de la pulpa de tres principales especies de frutos de pitahaya

Componente	Especies		
	<i>Hylocereus megacanthus</i>	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus megalanthus</i>
Agua (%)	83	89	85
Proteína (g)	0.16 - 0.23	0.5	0.4
Grasa (g)	0.21 - 0.61	0.1	0.1
Fibra (g)	0.7 - 0.9	0.3	0.5
Cenizas (g)	0.54 - 0.68	0.5	0.4
Calcio (mg)	6.3 - 8.8	6	10
Fósforo (mg)	30.2 - 36.1	19	16
Hierro (mg)	0.55 - 0.65	0.4	0.3
Caroteno (mg)	0.005 - 0.012	NR	NR
Tiamina (mg)	0.28 - 0.43	0	0
Riboflavina (mg)	0.28 - 0.45	0	0
Niacina (mg)	0.297 - 0.430	0.2	0.2
Ácido ascórbico (mg)	8 - 9	25	4

Los datos están expresados en 100 g de pulpa fresca,

NR: valor no encontrado

Fuente: (Mercado-Silva, 2018)

En la Tabla 6. Se muestra el resumen de la composición nutricional de la pulpa de las principales especies comerciales, donde se investigó sus principales propiedades nutricionales, así como el contenido de fenoles totales, fitoesteroles, flavonoides y capacidad antioxidante (Dembitsky et al., 2011; Mercado-Silva, 2018).



2.2.6.4. Origen, distribución y producción de la pitahaya

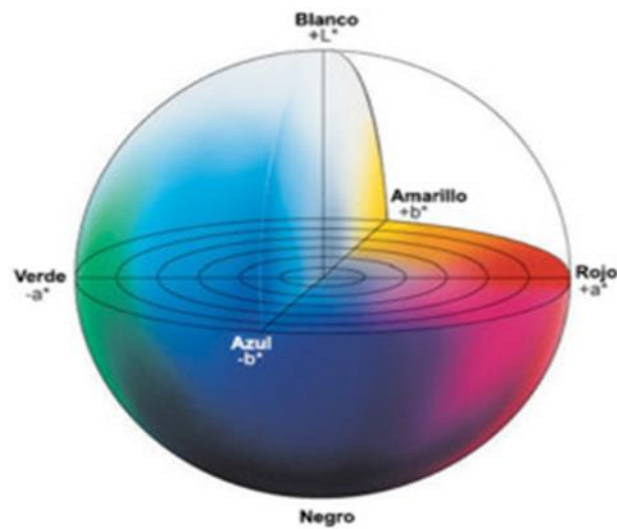
La parte comestible de la pitahaya consiste de la pulpa, una textura mucilaginosa con miles de pequeñas pepas suaves distribuidas uniformemente (Le Bellec *et al.*, 2006). La fruta es rica en antioxidantes, vitaminas y minerales, los cuales previenen el cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares, respiratorias, gastrointestinales y urinarias; asimismo, se considera un alimento dietético debido a su contenido rico en fibra y bajo en calorías (Magalhães *et al.*, 2019).

2.2.7. Colorimetría

La evaluación del color se realiza objetivamente mediante el uso del espacio de color $L^* a^* b^*$ (también referido como CIELAB), propuesto por la commission internationale del Eclairage CIE $L^* a^* b^*$. Este sistema es uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y es usado virtualmente en todos los campos y es el que mejor representa la sensibilidad del ojo humano al color.

En este espacio de color, L^* indica luminosidad y varía del 0 (negro) al 100 (blanco) y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas de manera que a^* varía de -60 (verde) a +60 (rojo) y b^* varía de -60 (azul) a +60 (amarillo) ($+L^*$ es blanco y $-L^*$ es negro), metodología empleada también por (Gonzales, 2010; Castro, *et al* 2014; Rettig & Ah Hen, 2014).

Figura 3. Diagrama de cromaticidad



Fuente. Castro, *et al.* 2014

2.2.7. Textura

La textura de los alientos es uno de los atributos de calidad más ampliamente medidos durante el manejo, procesamiento y consumo postcosecha. Dada la subjetividad en la percepción humana, la medición de la textura sigue siendo un ejercicio complejo y por lo tanto presenta un desafío para la investigación. La textura es la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de los alimentos determinadas a través de los sentidos de la vista, oído, tacto y las cinéticas involucradas en cada caso. La textura es uno de los atributos primarios que junto con el color, sabor y olor conforman la calidad sensorial de los alimentos. Es la característica de calidad más apreciada por el consumidor (De Roeck *et al.*, 2007; Esquivel, 2017).

2.2.7.1. Métodos de la medición de la textura “firmeza”

En general, en los ensayos tradicionales de textura (penetración, punción o compresión) se mide la fuerza que opone la fruta al ser perforada o comprimida cierta



profundidad de deformación. Sin embargo, el valor absoluto de la fuerza no es un indicador fiable de la dureza en un fruto, por la variabilidad intrínseca de los métodos de ensayo y la cantidad de factores que afectan a la medida. Resulta mucho más adecuado el uso del cociente (Fuerza máxima / Deformación en Fmax) = Pendiente de la curva, ya que es más preciso (repetible) y esta menos influido por las imprecisiones del ensayo. La firmeza se expresa en Newtons de fuerza o en Newtons por cada mm de deformación producida (Dussán *et al.*, 2008; Torres *et al.*, 2014).

2.2.7.2. Aplicación de la compresión y punción

Es uno de los métodos más comunes para medir propiedades de textura de alimentos, estos pueden ser sólidos o semi-sólido. Por ejemplo, los alimentos de la muestra de compresión incluyen anillos de manzana, copos de maíz, queso, almidón de maíz, miga de pan y zanahoria y los alimentos de la muestra de punción incluye, kiwis, rodajas de patata y aperitivos de cereales. Estas pruebas pueden llevarse a cabo en “fruta entera” o “partes” (piel, pulpa), dependiendo del propósito de la investigación (Esquivel, 2017).

2.2.8. Antioxidantes

En los últimos años se ha observado un creciente interés en el estudio de compuestos antioxidantes y su relación con la prevención de un gran número de enfermedades. En la agroindustria los antioxidantes tienen un rol fundamental como agentes retardantes o supresores de una serie de reacciones de deterioro oxidativo en diversos alimentos, especialmente en los sistemas lipídicos los cuales resultan ser un blanco fácil frente a la rancidez oxidativa. Dicha rancidez oxidativa no sólo ocasiona cambios a nivel nutricional (deterioro de ácidos grasos insaturados) o sensorial (cambios indeseables del sabor y aroma) sino que, también dan por resultado productos que pueden provocar daños a nivel de las



membranas celulares y del ADN. Desde hace mucho tiempo el hombre ha tenido que afrontar los problemas derivados de las reacciones de oxidación, es así que los aceites vegetales con mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados son más susceptibles a la oxidación estas reacciones son las principales razones del deterioro de los aceites y grasas comestibles durante el almacenamiento o tratamiento térmico como la fritura, produciendo olores a rancio, sabores desagradables y decoloración, disminuyendo la calidad y seguridad nutricional debido a sus productos de degradación. La auto oxidación es el fenómeno de oxidación más común a través de la reacción del oxígeno y los ácidos grasos insaturados a través de un mecanismo autocatalítico que consiste en un mecanismo de cadena de radicales libres incluyendo en esta cadena la iniciación, propagación y terminación que podría ser repetida una vez iniciada (Languerre *et al.* 2007)

A fin de superar los problemas de oxidación de los aceites y grasas se vienen utilizando antioxidantes sintéticos como el hidroxitolueno butilado (BHT), hidroxianisol butilado (BHA) y butilhidroquinona terciaria (TBHQ) se añaden a los aceites para estabilizar la degradación oxidativa durante el almacenamiento y la fritura (Sikwese & Duodu, 2007). Sin embargo, desde el punto de vista de la seguridad alimentaria los antioxidantes sintéticos están sujetos a constantes cuestionamientos y restricciones dado a que se ha reportado que serían carcinogénicos, es así que los antioxidantes naturales se cree que son más seguros que los sintéticos (Farhoosh *et al* 2010).

Los antioxidantes naturales son aquellas sustancias que se presentan o pueden ser extraídas de los tejidos de las plantas (Pokorny, *et al.* 2005). Esto antioxidantes provienen principalmente de plantas en forma de compuestos fenólicos, que se han identificado como eliminadores de oxígeno o radicales libres activos (Zheng & Wang, 2001). Los antioxidantes



naturales tienen la capacidad de mejorar la calidad de los alimentos, la estabilidad y también pueden actuar como nutracéuticos para terminar las reacciones en cadena de radicales libres en sistemas biológicos proporcionando beneficios adicionales para la salud de los consumidores. Entre los diversos antioxidantes naturales se informó que los compuestos fenólicos tienen el carácter de eliminar los radicales libres derivados del oxígeno mediante la donación de un átomo de hidrógeno o un electrón al radical libre (Kumaran & Karunakaran, 2007).

Se ha informado que la mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) es una buena fuente de compuestos fenólicos responsables de la capacidad antioxidante (Campos *et al.*, 2006). Los tubérculos de coloración morada presentan valores más altos de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, pero más bajos en carotenoides, estudios anteriores demostraron que la capacidad antioxidante se atribuye principalmente a cantidades altas de compuestos fenólicos que a los carotenoides (Chirinos *et al.*, 2006). La mashua es un tubérculo andino, probablemente el cuarto cultivo de mayor importancia de la región después de la papa, olluco y oca. Su consumo se debe principalmente a la provisión de carbohidratos como fuente de energía. Sin embargo, menciona que el tubérculo contiene isotiocianatos, presentes como glucosinolatos, los cuales le confiere un sabor picante.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Las operaciones para el procesamiento de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante la tecnología sous vide y los análisis de oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas, y sensoriales se realizaron en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. En los siguientes laboratorios:

- Taller de carnes; se realizó el procesamiento de la salchicha de la carne de alpaca mediante la tecnología sous vide.
- Laboratorio de investigación multidisciplinario EPIA; se realizó los análisis de TBARS, pH y color.
- Laboratorio de Biotecnología; se realizaron el análisis de textura y esfuerzo de corte.
- Cabinas sensoriales ubicados en el pabellón de Ing. Agroindustrial; se realizó el análisis sensorial.

3.2. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

3.2.1. Materias primas

- Carne de alpaca
- Grasa dura de cerdo
- Polvo de pitahaya roja



3.2.2. Insumos Naturales

- Hielo
- Sal yodada
- Azúcar rubia
- Pimienta
- Salvia
- Nuez moscada
- Ajo en polvo

3.2.3. Equipos

- Sous vide, marca oliso, modelo IH95A.
- Sous vide, marca supreme, modelo SVS-10LS.
- Estufa, marca Boeco Germany, modelo IB-9025.
- pH-metro, marca Miwaukee, modelo Mi 150.
- Vortex Mixer, marca eurolab, modelo XH-D.
- Balanza analítica, marca Henkel, modelo BQ003.
- Texturómetro, marca INSTRON, modelo 3365.
- Espectrofotómetro, marca EUROTECH, modelo UV752
- Licuadora, marca Oster blender, modelo M4127.
- Centrifugadora, marca Euro lab, modelo LC-04R.
- Colorímetro SC20; modelo cromático CIEL*a*b* de lectura directa

3.2.4. Instrumento

- Micropipetas 10 μ l, 100 μ l, 1000 μ l.



3.2.5. Materiales

- Tabla de picar.
- Envases de poliamida (PA).
- Cuchillo acero inoxidable.
- Buretas de 50 ml.
- Pipetas de 5 ml, 1 ml, 10 ml.
- Pro Pipeta automáticas 2 ml y 10 ml.
- Vasos precipitados de 10 ml, 50 ml, 100 ml, 400 ml.
- Tubos de ensayo pirex.
- Matraz Erlenmeyer.
- Fiola.
- Papel filtro (Whatman No 1).

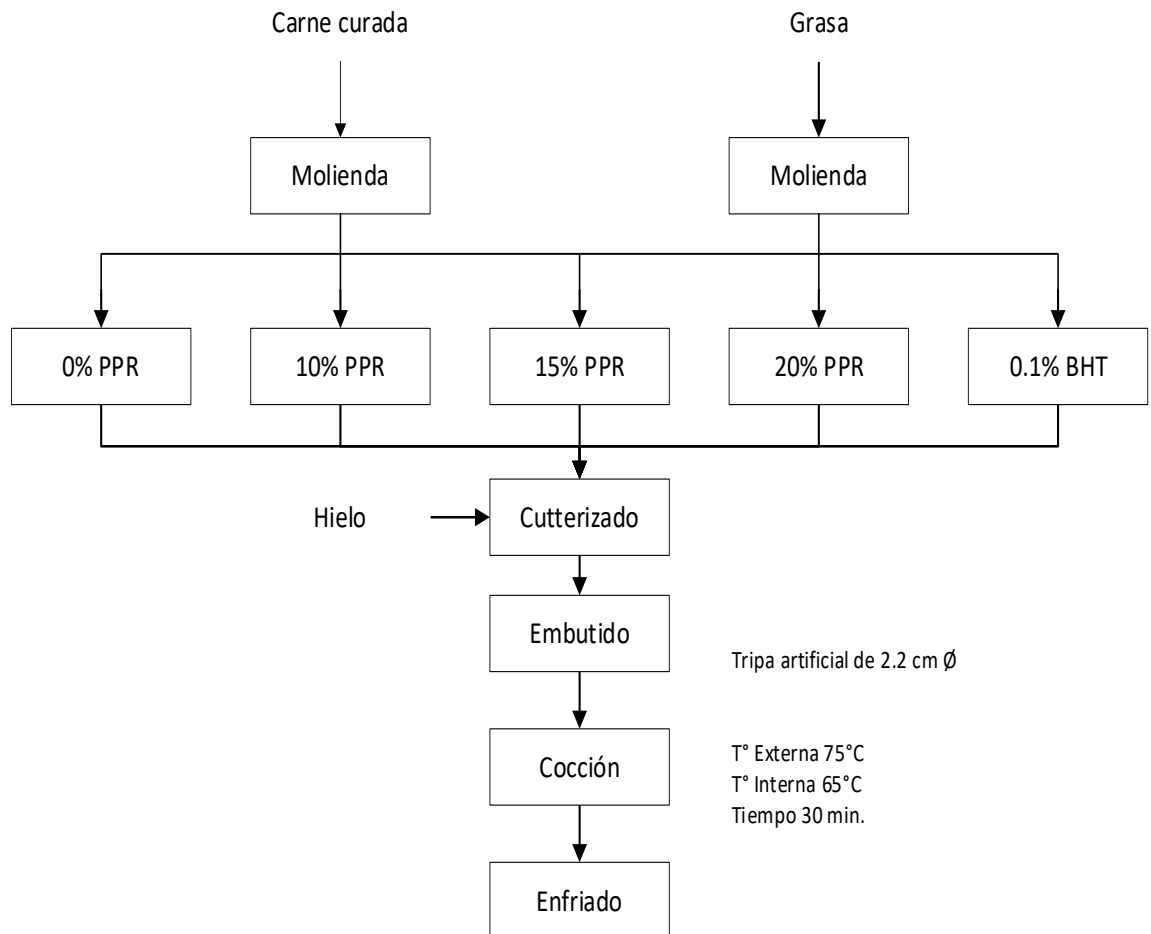
3.2.6. Reactivos

- (MDA) Malondialdehído bis (Merk).
- (TBA) Acido 2-tiobarbiturico (Merck).
- Ácido tricloroacético 5%

3.3. METOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo para el procesamiento de la salchicha de carne de alpaca.

Figura 4. Diagrama de flujo de experimento I: Preparación de salchichas de carne de alpaca para evaluar la eficacia antioxidante de PPR. (Polvo de pitahaya roja)



3.3.1. Descripción de las operaciones para el procesamiento de salchichas

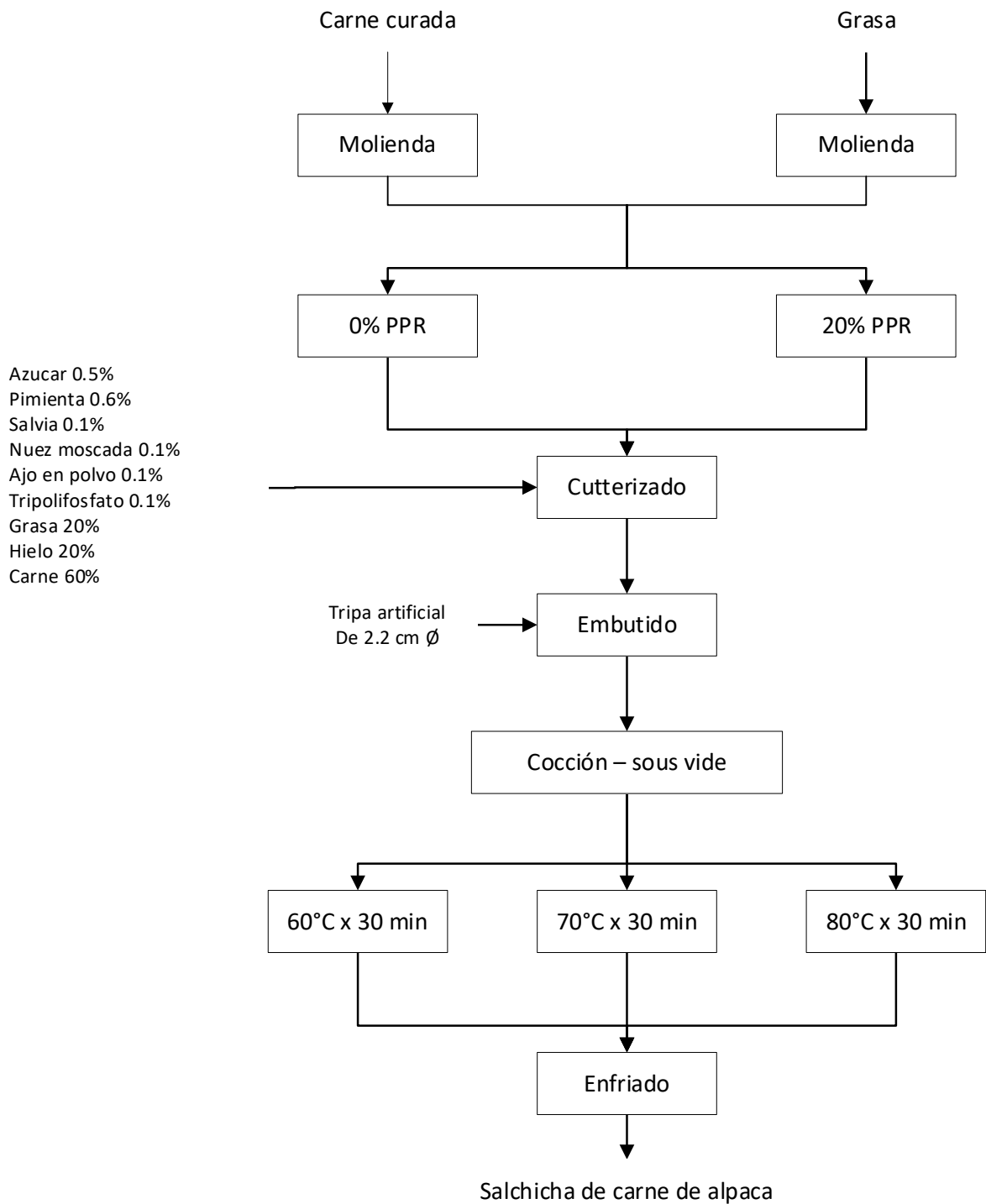
OPERACIONES DE LA PRIMERA ETAPA

- Materia prima: Se utilizó la carne de alpaca (60%) y grasa dura de cerdo (20%) proveniente del mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno seguidamente se realizó el correcto deshuesado y sacado de nervios.
- Molienda: Se paso a un molino de carne, la grasa dura de cerdo y la carne de alpaca respectivamente.



- c) Separación de tratamientos: Se separó en cinco diferentes tratamientos los cuales son:
T1 = 0% de PPR, T2 = 10% de PPR, T3 = 15% de PPR, T4 = 20% de PPR, T5 = 0.1% de BHT.
- Donde:
- PPR = Polvo de pitahaya roja
- BHT = Butil hidroxitolueno
- T = Tratamientos
- d) Cutterizado: En esta etapa se realizó cutterizado para hacer la emulsión de cada tratamiento con su porcentaje correspondiente.
- e) Embutido: En este proceso se pasó a embutir la pasta emulsificada por separado con una medida de 10 cm de largo y 2.2 cm de diámetro en tripas artificiales.
- f) Cocción: Se realizó la cocción a una temperatura externa de 75 °C, y una temperatura interna de 65 °C, a un tiempo de 30 minutos, donde se introdujo un termómetro
- g) Enfriado: Este proceso se realizó para enfriar rápidamente con baño de agua fría.

Figura 5. Diagrama de flujo de experimento II: Preparación de salchichas de carne de alpaca con 20% de PPR y control a diferentes temperaturas de cocción





OPERACIONES DE LA SEGUNDA ETAPA

- a) Materia prima: Se utilizó carne de alpaca y grasa dura de cerdo proveniente del mercado Unión y Dignidad de la región Puno.
- b) Molienda: Se realizó en un molino de carne, la carne de alpaca y la grasa dura de cerdo.
- c) Separación de tratamientos: Se separó en 0% de PPR y 20% de PPR.
- d) Cutterizado: Se realizó el proceso de cutterizado para hacer la emulsión de cada tratamiento adicionando hielo en un 20% y mezclando con ingredientes.
- e) Embutido: En este proceso se pasó a embutir de la pasta emulsificada con una medida de 10 cm de largo y 2.2 cm de diámetro en tripas artificiales.
- f) Cocción: Se realizó la cocción usando tecnología sous vide a una temperatura de 60°C x 30 min., 70°C x 30 min. y 80°C x 30 min
- g) Enfriado: Este proceso se realizó para enfriar rápidamente con baño de agua fría.

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE TBARS

El índice TBARS es ampliamente utilizado como un indicador para la evaluación del grado de oxidación de los lípidos según Ojagh *et al.*, (2010). Se midió siguiendo el método de extracción ampliamente descrito por Erkan & Özden, (2008); Zhang *et al.*, (2016), con algunas modificaciones.

Determinación de la curva estándar (MDA):

- Primeramente, pesamos 0.5012 g de MDA en una fiola de 25 ml y lo aforamos con agua destilada



- Se realizó una homogenización con la ayuda de un agitador (Vortex) hasta que la muestra este completamente homogenizada
- Seguidamente se hizo una dilución con 100 μl de la primera solución más 9900 μl de agua destilada todo esto con la ayuda de las micropipetas.
- Se hizo una dilución con 1000 μl de la segunda dilución más 9000 μl de agua destilada con ayuda de las micropipetas.
- Luego se realizó diferentes concentraciones de la tercera dilución con agua destilada, TBARS al 0.02 molar.

Muestra μl	+	H ₂ O μl	+	TBA μl
20	+	2480	+	2500
40	+	2460	+	2500
60	+	2440	+	2500
80	+	2420	+	2500
100	+	2400	+	2500
120	+	2380	+	2500
140	+	2360	+	2500
160	+	2340	+	2500
180	+	2320	+	2500
200	+	2300	+	2500

- Se paso por un agitador (Vortex) cada muestra por un tiempo de 10 segundos
- Luego se llevó a ebullición a temperatura ambiente por 35 minutos.
- Se pasó a enfriar rápidamente con agua fría y en seguida se agito, y se midió la absorbancia a 532 nm.



- Finalmente se realizó la curva estándar en Excel teniendo como Y a la absorbancia y X las concentraciones de MDA, lo cual se reporta en el Anexo II.

Preparación de la muestra:

- Una muestra de 5g se homogenizó con la ayuda de una licuadora con 25 ml al 5% de ácido tricloroacético durante 40 segundos y se dejó reposar por 15 min a -10°C, esto muy importante para mejorar la precipitación.
- La muestra mezclada se filtró a través de papel de filtro Watman N°1, esto para eliminar todo tipo de impurezas.
- Mezclado de 5 ml de la muestra se añadió 5 ml de TBA (0.02M), en una relación 1:1, centrifugar a 1200 RPM por 20 segundos.
- La solución se calentó a 100 ° C durante 35 min, seguidamente se enfrió, se aflojo la tapa y se agitó en el Vortex por un tiempo de 5 segundos.
- Se midió la absorbancia a 532 nm en el espectrofotómetro frente a un blanco preparado con 5 ml de agua destilada y 5ml de solución de TBA, la concentración de malonaldehído (MDA) se calculó a partir de una curva estándar por triplicado.

El cálculo se realizó utilizando la siguiente ecuación, y los TBARS se expresaron como mg MDA/kg de salchicha de carne de alpaca.

$$TBARS = \frac{((Am - Ab) + 0.0093)}{0.3556}$$

Dónde:

Am: Absorbancia de la muestra

Ab: Absorbancia del blanco



3.6. DETERMINACIÓN DE TEXTURA

La determinación de textura para las muestras de salchicha de carne de alpaca se analizó, con texturómetro marca INSTRON, modelo 3365. ASAE S368.4 DEC2000 (R2008) Compression Test of Food Materials of Convex Shape.

3.7. DETERMINACIÓN DE COLOR

Se realizó a todos los tratamientos. Según el método instrumental, el color de las muestras se midió con un colorímetro SC20, a través del modelo cromático CIE L*, a*, b*, para determinar cambios del color de la salchicha de carne de alpaca durante almacenamiento. (Liu *et al.*, 1996; Albertí *et al.*, 2005; Ripoll *et al.*, 2008).

3.8. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial fue realizado con 25 panelistas semi entrenadas de ambos sexos, con una edad de 17 a 25 años estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Que recibieron capacitación, de acuerdo con la norma ISO 5492 (ISO, 2008). Según Espinosa, (2015), de cada tratamiento para el análisis sensorial (color, aroma, sabor, textura y apariencia total) usando escala hedónica de 9 puntos: 9 = me gusta extremadamente, 8 = me gusta muchísimo, 7 = me gusta moderadamente, 6 = me gusta ligeramente, 5 = ni me gusta ni me disgusta, 4 = me disgusta ligeramente, 3 = me disgusta moderadamente, 2 = me disgusta muchísimo, 1 = me disgusta extremadamente. De la salchicha de carne de alpaca procesado mediante sous vide. (Karine *et al.* 2023; Cyril *et al.* 2023; Jayawardana *et al.* 2011).

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.9.1. Para el primer objetivo

- Evaluar la eficiencia antioxidante obtenido del polvo de pitahaya roja (*Hylocereus guatemalensis*) como antioxidante natural en salchicha de carne de alpaca.

Tabla 7. Diseño experimental para el primer objetivo

VARIABLES DE ESTUDIO		REPETICIONES	VARIABLES DE RESPUESTA	
TRATAMIENTOS	TEMPERATURA DE COCCIÓN	TIEMPO DE COCCIÓN	OXIDACIÓN LIPÍDICA	
T1 (0% PPR)	Temperatura externa 75°C	30 minutos	R1	
			R2	
			R3	
T2 (10% PPR)			R1	
			R2	
			R3	
T3 (15% PPR)			Temperatura interna 65°C	R1
				R2
				R3
T4 (20% PPR)	R1			
	R2			
	R3			
T5 (0.1% BHT)	R1			
	R2			
	R3			

3.9.2. Para el segundo y tercer objetivo

- Evaluar el efecto sobre la estabilidad oxidativa de las salchichas de carne de alpaca cocidas, durante el almacenamiento a 37°C midiendo los valores de TBARS.
- Determinar su efecto en textura, fuerza de corte, color y atributos sensoriales en salchicha de carne de alpaca procesado mediante sous vide.

Tabla 8. Diseño experimental para el segundo y tercer objetivo

VARIABLES DE ESTUDIO				VARIABLES DE RESPUESTA			
Temperatura de cocción	Tiempo	Tratamientos	Repeticiones	Oxidación lipídica	Color	Textura y fuerza de corte	Análisis sensorial
0% PPR	60°C	30 minutos	T1	R1			
				R2			
				R3			
0% PPR	70°C	30 minutos	T2	R1			
				R2			
				R3			
0% PPR	80°C	30 minutos	T3	R1			
				R2			
				R3			
20% PPR	60°C	30 minutos	T4	R1			
				R2			
				R3			
20% PPR	70°C	30 minutos	T5	R1			
				R2			
				R3			
20% PPR	80°C	30 minutos	T6	R1			
				R2			
				R3			



3.10. DISEÑO ESTADISTICO

Pruebas de Duncan se utilizó para determinar diferencias significativas entre los tratamientos (muestras con y sin PPR). Tres réplicas se han realizado y los valores medios calculados fueron. Los valores se consideraron significativamente diferentes cuando $p < 0,05$. Los datos fueron analizados por el grado de variación y una diferencia significativa se determinó mediante análisis de varianza (ANOVA). Todos los análisis estadísticos se realizaron con SPSS el programa estadístico (versión 27 para Windows, SPSS Inc, Chicago, USA). (Aro *et al.* 2010).

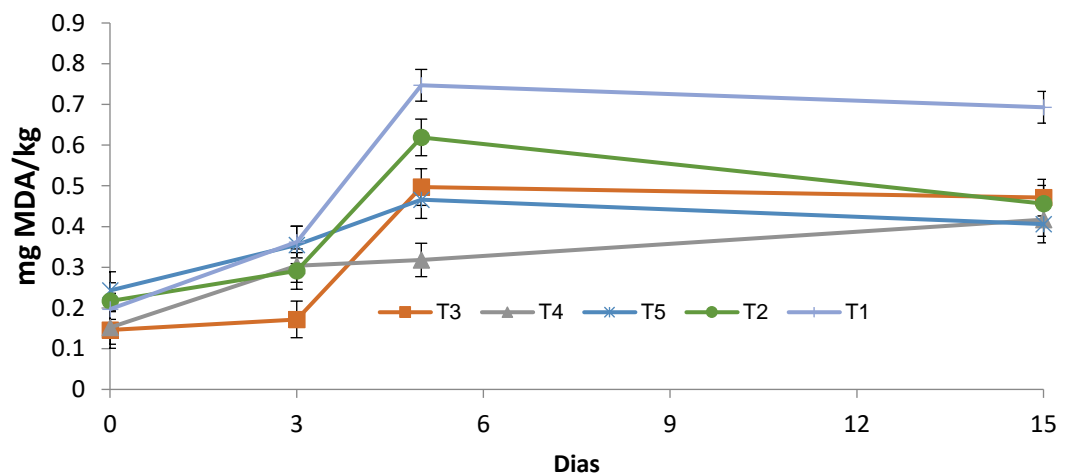
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TBARS (1er Experimento)

El análisis de TBARS determina la formación de la oxidación de lípidos, principalmente malonaldehido, en la Figura 6 se muestra los resultados promedio y error estándar de los valores de TBARS encontrados en mg MDA/Kg de la salchicha de carne alpaca en los tratamientos realizados a diferentes concentraciones de PPR, de la siguiente manera T1 = 0% de PPR, T2 = 10% de PPR, T3 = 15% de PPR, T4 = 20% de PPR, T5 = 0.1% de BHT. Por un tiempo de cocción de 30 min.

Figura 6. Efecto de diferentes concentraciones de (PPR) y 0.1 % de (BHT) en valores de TBARS (mg MDA/Kg). En salchichas almacenadas a 37°C. Los valores son expresados en promedios \pm SEM (n = 3) diferencia significativa (p<0.05).



Según Roldan *et al.*, (2014); Vaudagna *et al.*, (2002) demuestra valores más bajos de sustancia reactiva de ácido tiobarbitúrico (TBARS). Los valores por encima de 0.5 indican

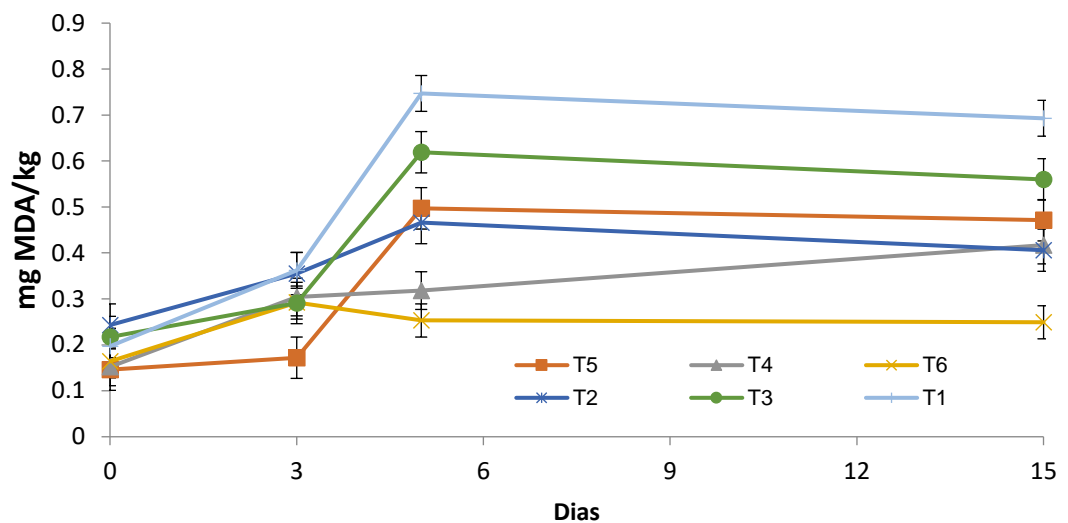


cierto grado de oxidación, y cuando están por encima de 1 se trata posiblemente de niveles inaceptables según (Warriss, 2000), indicando que los tratamientos se encuentran dentro de los valores aceptables.

4.2. TBARS (2da Experimento)

En la Figura 7 se muestra los resultados promedio de la oxidación lipídica encontrados en mg MDA/Kg de la salchicha de carne alpaca en los tratamientos realizados de la siguiente manera: T1 = 0%, 60°C, 30 min. T2 = 20%, 60°C 30 min; T3 = 0%, 70°C, 30 min. T4 = 20%, 70°C 30 min; T5 = 0%, 80°C, 30 min. T6 = 20%, 80°C, 30 min. Procesados mediante sous vide durante su almacenamiento.

Figura 7. Efecto de 20% de concentración de (PPR) en valores de TBARS (mg MDA/Kg). En salchichas almacenadas a 37°C. Los valores son expresados en promedios \pm SEM (n = 3) diferencia significativa ($p < 0.05$). Donde: T1 = 0%, 60°C, 30 min. T2 = 20%, 60°C 30 min; T3 = 0%, 70°C, 30 min. T4 = 20%, 70°C 30 min; T5 = 0%, 80°C, 30 min. T6 = 20%, 80°C, 30 min.



El análisis TBARS determina la formación de la oxidación lipídica, principalmente malonaldehído. Se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para TBARS durante su almacenamiento donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos, tiempo de almacenamiento y su interacción, donde se pudo observar que el T6 a una mayor temperatura presento TBARS menor en el tiempo de almacenamiento.

En el almacenamiento de control sube crecientemente estos valores fueron cercanos con los reportados por Medina, (2014) para el mes 1 señaló 0.33 mg MDA/ Kg de salchicha con vacío por congelación.



Según Roldan *et al.*, (2014), indica que los tratamientos a temperaturas altas, siguen sufriendo un cierto grado de oxidación durante el tiempo de almacenamiento.

Valores por encima de 0.5 indican cierto grado de oxidación, y cuando están por encima de 1 se trata posiblemente de niveles inaceptables según (Warriss, 2000), indicando que los tratamientos se encuentran dentro de los valores aceptables.

Estudios anteriores han verificado la resistencia del nitrito de sodio a la oxidación de lípidos (Zanardi, Ghidini, Battaglia, & Chizzolini, 2004) y afirmaron que el nitrito de sodio se reduce a óxido nítrico, que reacciona con los radicales libres de lípidos y rompe la reacción en cadena oxidativa en los lípidos.

El intrigante efecto protector de MP sobre la oxidación de grasas puede interpretarse a partir de sus ingredientes antioxidantes. Como Zhang *et al.* (2018) afirmó que MP es rico en ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas, que exhiben actividades antioxidantes. Como antioxidante, los compuestos fenólicos podrían retardar la oxidación al ofrecer átomos de hidrógeno a las especies radicales y/o al oxidarse en un radical fenoxilo. También ocurrió un fenómeno similar en el estudio de Jia, Kong, Liu, Diao y Xia (2012), que también describió que los polifenoles podrían retardar la oxidación de los lípidos al bloquear la reacción en cadena de radicales en las hamburguesas de cerdo.

Gray y Pearson (1987) informaron que inicialmente se detecta un sabor rancio en productos cárnicos con valores de TBARS entre 0,5 y 2,0 (mg MDA/kg), lo cual también es enfatizado por Menegali *et al.* (2019), quienes informaron que un valor de A TBARS de alrededor de 2,0 podría considerarse como el límite de aceptabilidad de la carne oxidada. Por lo tanto, los fabricantes de alimentos deben buscar prevenir la oxidación de sus productos



manteniendo los valores de TBARS por debajo de 2,0 (mg MDA/kg) durante el tiempo de almacenamiento, y protegerlos durante cualquier proceso al que se sometan los productos y que puedan causar deterioro oxidativo y, en consecuencia, reducir su vida útil (Trindade, Mancini-Filho, & Villavicencio, 2009).

4.3. TEXTURA (TPA) Y ESFUERZO DE CORTE

En la Tabla 9 se muestra los resultados promedio y error estándar de la textura (TPA) y esfuerzo de corte de la salchicha de carne de alpaca y los tratamientos como sigue: T1 = 0%, 60°C, 30 min; T2 = 20%, 60°C, 30 min; T3 = 0%, 70°C, 30 min; T4 = 20%, 70°C, 30 min; T5 = 0%, 80°C, 30 min; T6 = 20%, 80°C, 30 min. Procesada mediante sous vide.

Tabla 9. Análisis de perfil de Textura y esfuerzo de corte en salchichas de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide, muestras con 20% de PPR. Son comparados con respectivos controles (0% PPR) con diferencia significativa ($p<0.05$).

Tratamientos	Dureza (gf)	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad (gf)	Adhesividad (gf-mm)	Fuerza máxima (N)	Energía-trabajo (mJ)
T1	5839.170 ± 141.058 ^c	0.655 ± 0.037 ^a	0.9 ± 0.001 ^a	3464.655±288.118 ^b	41.620 ± 7.887 ^a	17.120 ± 2.035 ^a	257.975 ± 11.451 ^a
T2	3431.175 ± 354.340 ^f	0.530 ± 0.046 ^d	0.845 ± 0.003 ^f	1497.290 ± 15.046 ^e	42.635 ± 8.190 ^a	9.7825 ± 1.189 ^c	149.363 ± 38.120 ^{bc}
T3	6746.340 ± 63.578 ^b	0.623 ± .022 ^{ab}	0.893 ± 0.001 ^b	3736.150±89.853 ^{ab}	24.120 ± 4.056 ^b	13.703 ± 0.658 ^b	180.885 ± 6.083 ^b
T4	4318.485 ± 34.404 ^e	0.545±0.020 ^{cd}	0.853 ± 0.004 ^e	2008.560 ± 60.056 ^d	25.970 ± 4.171 ^b	8.956 ± 0.783 ^c	112.630 ± 19.372 ^{cd}
T5	7653.510 ± 268.214 ^a	0.590±0.006 ^{bc}	0.885 ± 0.003 ^c	4007.645±108.412 ^a	6.620 ± 0.225 ^c	10.285 ± 0.993 ^c	103.795 ± 19.908 ^d
T6	5205.795 ± 285.531 ^d	0.560±0.006 ^{cd}	0.86 ± 0.006 ^d	2519.830±135.158 ^c	9.305 ± 0.153 ^c	8.130 ± 0.665 ^c	75.898 ± 4.333 ^d

Los valores son expresados en promedios ± SEM (n = 3), diferencia significativa ($p<0.05$). T1 = 0%, 60°C, 30 min; T2 = 20%, 60°C, 30 min; T3 = 0%, 70°C, 30 min; T4 = 20%, 70°C, 30 min; T5 = 0%, 80°C, 30 min; T6 = 20%, 80°C, 30 min.



En la Tabla 9 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA para la textura, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos T2, T4 y T6 a una temperatura de 60°C, 70°C y 80°C. Presentaron una fuerza de corte menor (16.25 N- 17.05 N).

En la Tabla 9 se observa en los tratamientos a mayores temperaturas y tiempos T4, T5 y T6 la fuerza de corte de la salchicha es menor.

La temperatura a 80 °C es una buena opción cuando se prepara carne de alpaca al vacío. Estudios recientes han demostrado que realizar sous vide a 60 °C disminuye la pérdida de cocción, la fuerza de corte, la dureza y la masticación de la salchicha y mejora la apariencia en comparación con el proceso realizado a 70 °C (Botinestean *et al.*, 2016).

Bolger et al. (2017), reportan hallazgos similares quienes reemplazaron la grasa de pollo en salchichas con aceite de linaza. Cardoso et al. (2010) demostraron de manera similar que el aceite vegetal en el producto podría compensar la pérdida de agua durante el almacenamiento refrigerado, lo que resultaría en un perfil de textura sin cambios durante el almacenamiento.

4.4. DETERMINACIÓN DE COLOR

En la Tabla 10. Se presenta los resultados promedio y error estándar del color de la salchicha con los tratamientos realizados a diferentes concentraciones de PPR, tiempos y temperaturas como sigue: T1 = 0%, 60°C, 30 min; T2 = 20%, 60°C, 30 min; T3 = 0%, 70°C, 30 min; T4 = 20%, 70°C, 30 min; T5 = 0%, 80°C, 30 min; T6 = 20%, 80°C, 30 min. Procesada mediante sous vide. En donde L mide el brillo de la superficie, a* representa la intensidad del color rojo y b* la intensidad del color amarillo. Los valores obtenidos de color

de la salchicha no presentan cambios significativos durante su almacenado a 37 °C. a 5 días, las salchichas fueron comparados (Tabla 10) adicionado de 20 % de PPR, T2, T4 y T6 se reduce los valores de L*, sin embargo, se incrementó la muestra T6 en los valores de a*, de igual modo los valores de b* son significativos ($p < 0.05$).

Tabla 10. Evaluación de color instrumental (CIE lab L*, a*, b*) en salchichas de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide, muestras con 20% de PPR. Son comparados con respectivos controles (0% PPR) con diferencia significativa ($p < 0.05$).

Tratamientos	L*	a*	b*
T1	71.350 ± 0.470 ^a	10.217 ± 0.282 ^c	12.533 ± 0.307 ^a
T2	61.450 ± 1.281 ^c	17.250 ± 1.443 ^a	9.267 ± 1.160 ^{bc}
T3	67.217 ± 0.353 ^b	10.867 ± 0.184 ^c	9.850 ± 0.262 ^{bc}
T4	67.367 ± 0.742 ^b	14.750 ± 0.259 ^b	8.750 ± 0.343 ^c
T5	68.417 ± 0.319 ^b	10.267 ± 0.244 ^c	10.567 ± 0.279 ^b
T6	62.567 ± 0.640 ^c	15.083 ± 0.351 ^b	10.167 ± 0.334 ^{bc}

T1 = 0%, 60°C, 30 min; T2 = 20%, 60°C, 30 min; T3 = 0%, 70°C, 30 min;

T4 = 20%, 70°C, 30 min; T5 = 0%, 80°C, 30 min; T6 = 20%, 80°C, 30 min.

Se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para L (Luminosidad) donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y su interacción. Similares resultados fueron obtenidos en los estudios dirigidos por Berasategi *et al.* (2014) y de Carvalho *et al.* (2020) en el que se incorporaron diferentes aceites vegetales a los embutidos específicos, de Carvalho *et al.* (2020), argumentó que los cambios de color en las salchichas en las que se sustituyó la grasa animal (blanquecina) por aceite vegetal (amarillenta) se deben a las diferencias en las características de la grasa. Además, según Cheetangdee (2017) y Urgu-Ozturk *et al.* (2020), la sustitución



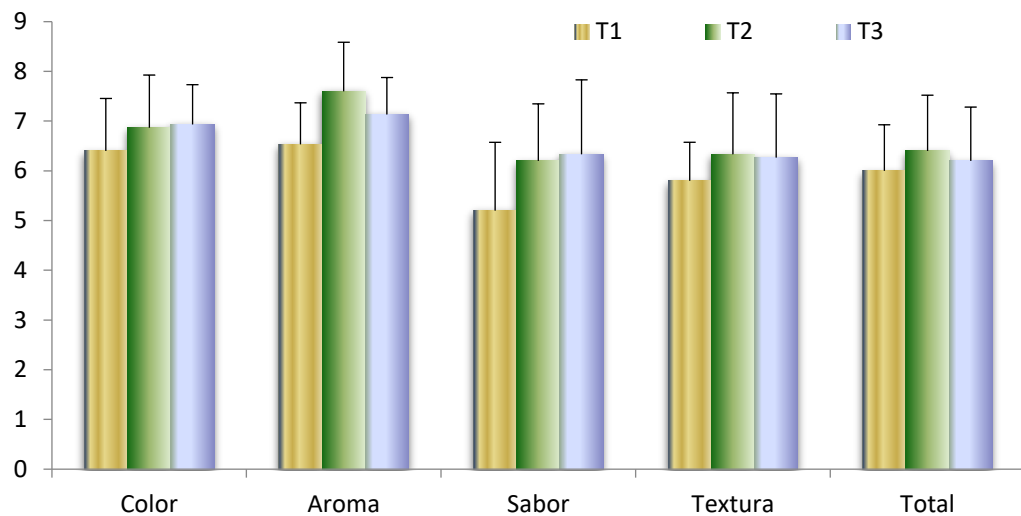
de la grasa de pollo por (Inca peanut oil) IPO mejora la distribución del aceite en la emulsión, lo que da como resultado una mayor reflexión de la luz y, por lo tanto, un índice de luminosidad más alto (Cheetangdee, 2017; Urgu-Ozturk *et al.*, 2020). De acuerdo a otros autores han detectado valores de L^* más altos con temperaturas crecientes (Christensen *et al.*, 2011; García *et al.*, 2007), probablemente debido a un mayor contenido de humedad en la salchicha cocinada a temperaturas bajas, que permitiría una penetración más profunda de la luz en la pasta y produciría una apariencia de salchicha más oscura (Bojarska *et al.*, 2003), aumentar la temperatura de cocción conduciría a una mayor desnaturalización y agregación de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares, lo que aumentaría la dispersión de la luz (Christensen *et al.*, 2011; Nikmaram *et al.*, 2011). La actividad de reducción de meta mioglobina decae durante el almacenamiento del músculo, así que después de largos períodos de almacenamiento la estabilidad de color de los músculos estables inicialmente es similar a la de los músculos que eran inicialmente relativamente pobre en estabilidad de color (Mottram, 1987; Gill, 1996). (Farouk *et al.*, 2003) Coincide y señala otra alternativa a la variación de color, esto debido al aumento de la oxidación de lípidos con el tiempo. (Farouk & Swan, 1998) Añaden que se produce un aumento de los radicales libres (y pro-oxidantes) debido a la oxidación de lípidos.

4.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Para evaluar los atributos sensoriales se realizaron tres tratamientos a diferentes concentraciones de PPR, temperaturas y tiempos de la siguiente manera: T1 = 20%, 60°C, 30 min; T2 = 20%, 70°C, 30 min; T3 = 20%, 80°C, 30 min. Los resultados se muestran en la Figura 8. Los resultados del análisis sensorial efectuado a los tratamientos el segundo día, donde se observa los parámetros medidos como color, aroma, sabor, textura y apariencia total

donde la medida escalar fue de 1 a 9. De acuerdo a la ficha de evaluación sensorial de la salchicha de carne de alpaca (*Vicugna pacos*). Se puede observar que el mejor tratamiento en apariencia total es el tratamiento T2, seguido de T3 y T1.

Figura 8. Perfil sensorial en salchichas de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide, muestras con 20% de PPR. con diferencia significativa ($p < 0.05$).



T1 = 20%, 60°C, 30 min; T2 = 20%, 70°C, 30 min; T3 = 20%, 80°C, 30 min

Con base en los puntajes de aceptabilidad iniciales, los consumidores no pudieron diferenciar entre el control y la salchicha 0.5 IPO (Inca peanut oil), mientras que calificaron las salchichas 1.0 IPO y 1.5 IPO como inferiores en términos de aceptabilidad general, olor y sabor ($P < 0.05$). El sabor único de la oferta pública inicial y la falta de familiaridad de los panelistas con su sabor probablemente contribuyeron a estos puntajes más bajos (Gonzales & Gonzales, 2014; Monroy *et al.*, 2019). Estos resultados sugieren que la sustitución de grasa de pollo por 0,5 g/100 g de IPO da como resultado salchichas que exhiben una calidad sensorial aceptable para los consumidores. En comparación con las calificaciones otorgadas



el día 1, las calificaciones de olor, sabor y aceptabilidad general asignadas a la salchicha de control disminuyeron el día 21, mientras que las calificaciones otorgadas a las salchichas IPO se mantuvieron constantes. Esta discrepancia podría atribuirse a una reducción en el sabor a carne junto con la promoción de sabores oxidados y rancios durante el almacenamiento (Zargar *et al.*, 2014). Los autores de otros estudios también notaron que los aceites vegetales como el de canola y el de linaza alteraron la aceptación de las salchichas con sabor en comparación con los controles (Bolger *et al.*, 2017; Monteiro *et al.*, 2017). Salcedo-Sandoval *et al.* (2015). Demostró además que la inclusión de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 del aceite de pescado dio como resultado un sabor a salchicha y una calidad general inaceptables. La jugosidad y la textura aumento causando una desnaturalización del colágeno según (Tornberg, 2005; Nikmaram *et al.*, 2011).



V. CONCLUSIONES

- El efecto de la concentración de polvo de pitajaya roja fue de 20% cocido por 30 minutos a una temperatura de 65°C. Mostraron efectos significativos en la oxidación lipídica, de este modo la inclusión de PPR como antioxidante natural puede ofrecer una alternativa natural para suprimir la oxidación lipídica.
- Se mostró un efecto en los valores de TBARS en las salchichas de carne de alpaca con una concentración de 20 % de PPR cocido a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 30 min. procesados mediante sous vide.
- En la evaluación sensorial de la salchicha de carne de alpaca procesado mediante la tecnología sous vide donde se pudo observar al tratamiento T2 que obtuvo mejor aceptación en apariencia total, aroma y textura. El T3 obtuvo mejor valor en color y sabor.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una comparación acerca derivados de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*) en diferentes métodos de cocción evaluando sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas.
- Estudiar la adición de otros antioxidantes y/o hierbas naturales en salchichas de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) bajo sous vide y su efecto en la evaluación sensorial y la oxidación lipídica.
- Se recomienda seguir evaluando la incorporación de antioxidantes naturales a diferentes embutidos con otros métodos para una mejor identificación y evaluación de sus compuestos.
- Se recomienda como método la encapsulación de los bioactivos de una fruta y/o verdura para una mayor estabilidad en los embutidos cárnicos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, J. (2018). Relating Food Engineering to Cooking and Gastronomy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 1021-1039.
- Ahn, D. U., Olson, D. G., Lee, J. I., Wu, C., Jo, C., & Chen, X. (1998). Packaging and irradiation effects on lipid oxidation and volatiles in pork patties. *Journal Food Science*, 63, 15-19.
- Albertí, P., Ripoll, G., Casaus, I., Blanco, M., J, C., & Santamaria, J. (2005). Efecto de la inclusion de antioxidante en dietas de acabado sobre la calidad de carne de terneros. *ITEA*, 101(2),91-100.
- Almela, E., Jordan, M. J., Martinez, C., Sotomayor, J., Bedia, M., & Banon, S. (2010). Ewe diet (pasture vs grain-based feed) affects volatile profile of cooked meat from light lamb. *Journal of Agricultural anf Food Chemistry*, 58, 9641-9646.
- Andreo, A., Garro, O., & Judis, M. (2011). Modelo de oxidación lipídica en una emulsión cárnica en función del tiempo y temperatura de cocción. *Revista Científica y Tecnológica*, 6, 105-111.
- Arias, J., & Gamarra, J. (2001). Estudio del comportamiento productivo y utilización del pasto Elefante Enano (*Pennisetum pupureum*) pastoreado por alpacas (*Lama pacos*). *Anales Científicos UNALM*, 49, 49-65.
- Armenteros, M. (2010). Reducción de sodio en lomo y jamón curados. Efecto sobre la proteolisis y las características sensoriales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.



- Aro, J., Nyam, P., Tsuji, K., Shimada, K., Fukushima, M., & Sekikawa, M. (2010). The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry*, 119(1), 279–285.
- Australian Government. (2017). *REPORTE 1 Final report for the review of biosecurity import requirements for fresh dragon fruit from Vietnam*.
- Ayub, H., & Ahmad, A. (2019). Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100145.
- Baldwin, D. (2009). *A practical guide to sous vide cooking*.
- Baldwin, D. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15-30.
- Belibagli, K., & Ersan, E. (2018). Effects of storage on the quality of sous-vide processed lamb liver. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 1-11.
- Berasategi, I., Navarro-Blasco, I., Calvo, M. I., Cavero, R. Y., Astiasaran, I., & Ansorena, D. (2014). Healthy reduced-fat Bologna sausages enriched in ALA and DHA and stabilized with *Melissa officinalis* extract. *Meat Science*, 96(3), 1185–1190. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.023>
- Bojarska, U., Batura, J., & Cierach, M. (2003). The effect of measurement site on the evaluation of tom breast muscle color. *Polish Journal Food Nutrition Science*, 45-49.
- Bolger, Z., Brunton, N. P., & Monahan, F. J. (2017). Effect of mode of addition of flaxseed oil on the quality characteristics of chicken sausage containing vitamin E and omega



3 fatty acids at levels to support a health claim. *Food & Function*, 8(10), 3563–3575.

<https://doi.org/10.1039/c7fo00929a>

Bolger, Z., Brunton, N. P., & Monahan, F. J. (2018). Impact of inclusion of flaxseed oil (pre-emulsified or encapsulated) on the physical characteristics of chicken sausages.

Journal of Food Engineering, 230, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.02.026>

Botinestean, C., Keenan, D., Kerry, J., & Hamill, R. (2016). The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of *M. semitendinosus* steaks targeted at elderly consumers. *LWT, Food Science and Technology* 74, 154-159.

Bozkurt, H. (2006). Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73(3), 442–450.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.01.005>

Bustinza, V. (2001). *La carne de alpaca*. Puno: Editorial Universitaria.

Cardoso, C., Mendes, R., Pedro, S., Vaz-Pires, P., & Nunes, M. L. (2010). Quality changes during storage of minced fish products containing dietary fiber and fortified with omega 3 fatty acids. *Food Science and Technology International*, 16(1), 31–42.

<https://doi.org/10.1177/1082013209352915>

Campos David, Noratto Giuliana, Chirinos Rosana, Arbizu Carlos, Roca Willian, Cisneros-Zevallos Luis (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum sp.*), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus*



tuberosus Caldas). *Journal of the science of food and agriculture* 86(10) 1481-1488
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>

Cañeque, V. (2005). *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa en los rumiantes)* (Primera ed.). Madrid: Institucion Ncional de investigacion y Tecnología Agraria Alimentaria

Castro, J.K., Cerquera, N.E., Gutiérrez, N. (2014). determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*psidium guajava* cv. *guayaba pera*), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes (exocarp color determination as indicator of physiolog. *revista eia, [s.l.]. Vol. 10(19)*. pág. 79-89.

Cheng, J., & Ho, C. (1998). *The flavor of pork*. Londres: Blackie Academic & Professional.

Cheetangdee, N. (2017). Characteristic of sausages as influenced by partial replacement of pork back-fat using pre-emulsified soybean oil stabilized by fish proteins isolate. *Agriculture and Natural Resources*, 51(4), 310–318. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.04.006>

Cheok, C. Y., Mohd Adzahan, N., Abdul Rahman, R., Zainal Abedin, N. H., Hussain, N., Sulaiman, R., & Chong, G. H. (2018). 8 Current trends of tropical fruit waste utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(3), 335–361. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1176009>

Chirinos Rosana, Campos David, Betalleluz Indira, Giusti M. Monica, Schwartz Steven J. , Tian Qingguo, Pedreschi Romina, and Larondelle Yvan (2006). High-Performance Liquid Chromatography with Photodiode Array Detection



(HPLC–DAD)/HPLC–Mass Spectrometry (MS) Profiling of Anthocyanins from Andean Mashua Tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz and Pavón) and Their Contribution to the Overall Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 19, 7089–7097 <https://doi.org/10.1021/jf0614140>

Christensen, L. B., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D., & Christensen, M. (2011). Effect of prolonged heat treatment from 48 °C to 63 °C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Science*, 280-285.

Cyril John A. Domingo,* , Kristel June Sartagoda b , Novie Joy C. Catandijana , Noraisa K. Yasina (2023) Impact of vegetable fat on the sensory and physicochemical quality characteristics of chevon sausage. *Applied Food Research* 3, 100265.

Cristofanelli, S., Antonini, A., Torres, D., Polidori, P., & Renieri, C. (2004). Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Science*, 66(3), 589-593.

De Carvalho, F. A. L., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Campagnol, P. C. B., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of replacing backfat with vegetable oils during the shelf-life of cooked lamb sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 122, 109052. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109052>

De Roeck, A., Sila, D.N., Duvetter, T., Van Loey, A. & Hendrickx, M. (2007). Effect of high pressure/high temperature processing on cell wall pectic substances in relation to firmness of carrot tissue. *Food Chemistry. Vol. 107*. Pág. 1225–1235.

Dembitsky, V. M., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Vearasilp, S., Trakhtenberg, S., & Gorinstein, S. (2011). The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological



- activity and active metabolites. *Food Research International*, 44(7), 1671–1701.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.003>
- Devatkal, S. K., Narsaiah, K., & Borah, A. (2010). Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Science*, 85(1), 155–159. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.019>
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M., & Bañon, S. (2008). Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. *Meat science*, 80(2), 287-292.
- Dominguez, E., Salaseviciene, A., & Ertbjerg, P. (2018). Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*, 143, 104-113.
- Dussán, S., Honório, S.L., y Matias, M. de L. (2008). Resistencia mecánica, tasa respiratoria y producción de etileno de caqui 'Fuyu' durante el almacenamiento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 12(5), pág. 498-502.
- Erkan, N., & Özden, Ö. (2008). Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(9), 1549-1559.
- Esquivel, N.V. (2017). “Análisis de Textura en frutas”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Espinosa, M., Díaz, P., Linares, M., Teruel, M., & Garrido, M. (2015). Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 657-662.



- Estévez, M. (2005). Development of novel cooked products using livers, muscles and adipose tissues from Iberian pigs with natural antioxidants. Ph thesis. University of, Spain.
- Estévez, M., Morcuende, D., & Cava, R. (2003). Oxidative and colour changes in meat from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live weight and from industrial pig during refrigerated storage. *Meat science*, 65(3), 1139-1146.
- FAO. (2001). *Food and agriculture organization of the United Nations*.
- Farouk, M., Wieliczko, K., & Merts, I. (2003). Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Science*, 66, 171-179.
- Farhoosh Reza, Tavassoli-Kafrani Mohammad Hossein, Ali Sharif (2010). Antioxidant activity of sesame, rice bran and bene hull oils and their unsaponifiable matters. *European journal of lipid science and technology* 125(6) 506-512
<https://doi.org/10.1002/ejlt.201000402>
- Fernandez, S. (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú (Proyecto de cooperación técnica de la FAO para el apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la Región Andina)*. Proyecto de Cooperación Técnica TCP/RLA/2914. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fiorentine, G., Messana, J., José, A., Sgobi, E., Castagnino, P., & Berchielli, T. (2018). Performance and meat quality of Nellore bulls fed crude glycerin combined with soybean oil. *Animal Feed Science and Technology*(241), 45-54.



- Gade, P. (2008). Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of outdoor and conventionally raised pigs. *Animal*, 902-911.
- Garcia, P., Andres, A., & Martinez, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*) . *Journal of food engineering* , 80(3), 8113-821.
- GILL, C. (1996). Extending the Storage Life of Raw Chilled Meats. *Meat Science*, 43, 99-109.
- Gengatharan, A., Dykes, G. A., & Choo, W. S. (2017). The effect of pH treatment and refrigerated storage on natural colourant preparations (betacyanins) from red pitahaya and their potential application in yoghurt. *LWT - Food Science and Technology*, 80, 437–445. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.014>
- Gobantes, L., Gomez, R., & Choubert, G. (2001). *Envasado de alimentos. Aspectos tecnicos del envasado al vacio y bajo atmosfera protectora. Alimentacion equipo y tecnologia* (Vol. 1).
- Gomes, A., Silva, E., Nascimento, M., & Fukuma, H. (2003). Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food Chemistry*, 4, 87-96.
- González, I.A. (2010). Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*psidium guajava L.*). Tesis para optar el título a Magister en Ciencia-Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/11053047.pdf>



- Gonzales, G. F., & Gonzales, C. (2014). A randomized, double-blind placebo-controlled study on acceptability, safety and efficacy of oral administration of sachai inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) in adult human subjects. *Food and Chemical Toxicology*, 65, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.12.039>
- Gray, J. I., Goma, E. A., & Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
- Gray, J., Pearson, A. (1987) Rancidity and warmed-over flavor. In: *Advances in Meat Research*. Eds. A. Pearson, T. Dutson, Von Nostrand, New York, NY (USA), pp. 221–269
- Hoa, T. T., Clark, C. J., Waddell, B. C., & Woolf, A. B. (2006). Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 41(1), 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.02.010>
- Horstein, I., & Wasserman, A. (1987). *Características organolépticas de la carne*. Zaragoza: Ciencia de la Carne y de los Productos Carnicos.
- INDECOPI. (2005). *Norma Técnica Peruana 201.043:2005. Carne y productos cárnicos. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carne de alpacas y llamas*. Lima, Perú.
- James, B., & Yang, S. (2012). Effect of cooking method on the toughness of bovine m.semiteminosus. *International Journal of Food Engineering*, 8(2), 19.
- Jayawardana, B. C., Hirano, T., Han, K. H., Ishii, H., Okada, T., Shibayama, S., Fukushima, M., Sekikawa, M., & Shimada, K. I. (2011). Utilization of adzuki bean extract as a natural antioxidant in cured and uncured cooked pork sausages. *Meat Science*, 89(2),



150–153. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.005>

Jayawardana, B. C., Liyanage, R., Lalantha, N., & Iddamalgoda, S. (2015). LWT - Food Science and Technology Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (*Moringa oleifera*) leaves in herbal chicken sausages. *LWT - Food Science and Technology*, *64*(2), 1204–1208. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.028>

Jeong, K., O, H., Shin, S. Y., & Kim, Y.-S. (2018). Effects of sous-vide method at different temperatures, times and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham. *Meat Science*, *143*, 1-7.

Jia Na, Kong Baohua, Liu Qian, Diao Xinping, Xia Xiufang. (2012). Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. *Meat Science* *91*(4) 533-539

Jo, C., Lee, J. I., & Ahn, D. U. (1999). Lipid oxidation, color changes and volatiles production in irradiated pork sausage with different fat content and packaging during storage. *Meat Science*, *51*(4), 355-361.

Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R., & Bruford, M. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proc Biol Sci.* *268*(1485), 2575-2584.

Karine Cence, Marilia Jordana Dequi Vendruscolo, Leonardo Meirelles da Silva, Rosicler Colet, Alexander Junges* , Clarice Steffens, Jamile Zeni, Eunice Valduga (2023). Development of dry-cured pork sausage with sodium nitrite and nitrate microencapsulates: Physicochemical properties, mathematical modeling, sensory, and microbiological analysis. *Food chemistry advance.* *2*, 100216



- Kerr, W., Wang, X., & Choi, S. (2005). Physical and sensory characteristics of low-fat Italian sausage prepared with hydrated oat. *J Food Qual.* (28), 62-77.
- Kerry, P., O'Sullivan, M., Buckley, D., & Lynch, P. &. (2000). The effect of dietary tocopheryl acetate supplementation and modified atmosphere packing (MAP) on the quality of lamb patties. *Meat Science*, 56, 61- 66.
- King, M. F., Matthews, M. A., Rule, D., & Field, R. A. (1995). Effect of Beef Packaging Method on Volatile Compounds Developed by Oven Roasting or Microwave Cooking. *Food Chem.*, 43(3), 773-778.
- King, N., & Whyte, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *Journal of Science*, 71,31-40.
- Koohmaraie, M. (1994). Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science* , 36,93-104.
- Kumaran, A., Joel Karunakaran R. (2007). Antioxidant activity of *Cassia auriculata* flowers. *Fitoterapia* 78(1) 46-47 doi.org/10.1016/j.fitote.2006.09.031
- Laakkonen, E., Wellington, G., & Sherbon, J. (1970). LOW-TEMPERATURE, LONG-TIME HEATING OF BOVINE MUSCLE 1. Changes in Tenderness, Water-Binding Capacity, pH and Amount of Water-Soluble Components. *Journal of Food Science*, 35(2), 175-177.
- Laguerre, M., Lecomte, J., & Villeneuve, P. (2007). Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in lipid research*, 46(5), 244-282.
- Le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011a). 55 Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). *Postharvest*



Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, 4.

<https://doi.org/10.1533/9780857092618.247>

Le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011b). Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). In *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (Vol. 4). Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.247>

Le Bellec, Fabrice, Vaillant, F., & Imbert, E. (2006). 60 Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237–250. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006021>

López, F., Martínez, & Segovia. (2014). *Evaluación de la oxidación lipídica mediante el test del TBA: Método de destilación*. Univ. Politecnica Valencia.

MacLeod, G., Seyyedain Ardebili, M., & Chang, S. S. (1981). Natural and simulated meat flavors (with particular reference to beef). *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 14(4), 309-437.

Magalhães, D. S., da Silva, D. M., Ramos, J. D., Salles Pio, L. A., Pasqual, M., Vilas Boas, E. V. B., Galvão, E. C., & de Melo, E. T. (2019). 16 Changes in the physical and physico-chemical characteristics of red-pulp dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae*, 253, 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.050>

Marín, J., Zapata, B., González, B., Bonacic, C., Wheeler, J., Casey, C., . . . Spotorno, A. (2007). Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. *Rev. Chile de Historia Natural*, 80(2), 121-140.



- Martin, M., Márquez, G., & Dobarganes, M. C. (2004). Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(6), 577-583.
- Mateo, J., Salvá, B., Ramos, D., Caro, I., B., P., & Gonzales, A. (2010). *Características de la carne de alpaca y procesamiento de charqui en los departamentos de Puno y Cusco (Perú)*. España: Celaryan.
- Medina, K. (2014). Evaluación de las propiedades tecnológicas de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*) envasado al vacío durante el almacenamiento en congelación (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Menegali, B. S., Selani, M. M., Saldaña, E., Patinho, I., Diniz, J. P., Melo, P. S., et al. (2019). Pink pepper extract as a natural antioxidant in chicken burger: Effects on oxidative stability and dynamic sensory profile using Temporal Dominance of Sensations. 108986 LWT – Food Science and Technology. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108986>
- Mercado-Silva, E. M. (2018). Pitaya— *Hylocereus undatus* (Haw). In *Exotic Fruits* (pp. 339–349). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00045-9>
- MINAGRI-SIEA. (2019). *Anuario Estadístico de Producción Pecuaria y Avícola 2018*. Lima.
- Monroy Soto, L. T., López Córdoba, C. A., Araque Marín, P., Torijano Gutierrez, S. A., & Zapata Ochoa, J. A. (2019). Characterization of aroma compounds in sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) by HS-SPME-GC-MS-O. *Revista Colombiana de Química*, 48(3), 45–50. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v48n3.78979>



- Monteiro, G. M., Souza, X. R., Costa, D. P. B., Faria, P. B., & Vicente, J. (2017). Partial substitution of pork fat with canola oil in Toscana sausage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.013>
- Mottram. (1985). The effect of cooking conditions on the formatio of volatile heterocyclic compounds in pork. *Journal of the Scince of Food and Agriculture*, 36(5), 377-382.
- Mottram. (1988). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*, 62(4), 415-424.
- Mottram. (1998). *The Chemistry of Meat Flavor*. London, UK.: Blackie Academic & Professional.
- Mottram, D. (1987). Lipid oxidation and flavour in meat and meat products. *Food Science and Technology*, 1, 159-162.
- Neely, K., Taylor, C., Prosser, O., & Hamilton, P. (2001). Assessment of cooked alpaca and llama meats from the statistical analysis of data collected using an "electronic nose". *Meat Science*, 58, 53-58.
- Nieto, G., Castillo, M., Xiong, Y. L., Álvarez, D., Payne, F. A., & Garrido, M. D. (2009). Antioxidant and emulsifying properties of alcalase-hydrolyzed potato proteins in meat emulsions with different fat concentrations. *Meat science*, 83(1), 24-30.
- Nikmaram, P., Yarmand, M., Emamjomeh, Z., & Darehabi, H. (2011). Effect of cooking Methods on textural and Microstructure properties of Veal Muscle (*Longissimus dorsi*). *Global Veterinaria*, 6(2), 201-207.



- Nishimura, T. (2010). The role of intramuscular connective tissue in meat texture. *Animal Science Journal*, 81(1),21-27.
- Obuz, E. (2003). *Evaluation and modeling of cooking parameters to optimize tenderness of beef Biceps femoris and Longissimus lumborum muscles*. US: Kansas State University.
- Ojagh, S., Rezaei, M., Razavi, S., & Hosseini, S. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1), 193-198.
- Oyagüe, J. M. (2010). *Características de la carne de alpaca y procesamiento de charqui en los Departamentos de Puno y Cusco (Perú)*. Lima.
- Oz, F., Aksu, M., & Turan, M. (2017). The Effects of Different Cooking Methods on Some Quality Criteria and Mineral Composition of Beef Steaks. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4).
- Palka, K. (2003). The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle. *Meat Science*, 64(2), 191-198.
- Pegg, R. B., & Shahidi, F. (2004). *Heat effects on meat. Flavour development*. Oxford: Encyclopedia of Meat Sciences, 1st ed, Academic Press ed.
- Pérez, P., Maino, M., Guzmán, R., Vaquero, A., Köbrich, C., & Pokniak, J. (2000). Carcass characteristics of llamas (*Lama glama*) reared in Central Chile. *Small Ruminant Research*, 37(1), 93-97.



- Pinto, J., Chris, E., Martín, E., Carmen, & Cid Vázquez, M. D. (2010). Camélidos sudamericanos: clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias (RCCV)*, 4(1), 23-36.
- Pokorny, Jan; Yanishlieva, Nedyalka; Gordon, Michael. (2005) Antioxidantes de los alimentos: aplicaciones prácticas. -- Zaragoza : Acribia, 2001. 364 p.
- Polidori, P., Antonini, M., Torres, D., Beghelli, D., & Renieri, C. (2007). Tenderness evaluation and mineral levels of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) meat. *Meat Science*, 77(4), 599-601.
- Promeyrat, A., Daudin, J. D., & Gatellier, P. (2013). Kinetics of protein physicochemical changes induced by heating in meat using mimetic models: relative effects of heat and oxidants. *Food Chemistry*, 138, 581-589.
- Renna, M., & Gonnella, M. (2014). Quality evaluation of cook-chilled chicory stems (*Cichorium intybus* L., Catalogna group) by conventional and sousvide cooking methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(4), 656-665.
- Rettig, M. & Ah Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur. Vol. 42(2)*.
- Rinaldi, M., Dall'Asta, C., & Paciulli, M. (2014). A novel time/temperature approach to sousvide cooking of beef muscle. *Food and Bioprocess Technology*, 10(7), 2969–2977.
- Ripoll, G., Joy, M., Muñoz, F., & Albertí, P. (2008). Meat and fat colour as a tool to trace grass-feeding systems light lamb production. *Meat Science*, 80(2), 238-248.
- Rodgers, S. (2007). Innovation in food service technology and its strategic role. *Hospitality Management*, 26, 899-912.



- Rodríguez, J., Wheeler, J., Dodd, C., Bruford, M., & Rosadio, R. (2004). *Determinación de parentesco en alpacas (Vicugna pacos) por medio del análisis de ADN Microsatelite* (Vol. 2). Rev. Inv. Vet.
- Rojano, B., Gaviria, C., & Saez, J. (2008). Determinación de la actividad antioxidante en un modelo de peroxidación lipídica de mantequilla inhibida por el isoespintanol. *Vitae* 15(2), 212-218.
- Roldan, M., Antequera, T., Armenteros, M., & Ruiz, J. (2014). Effect of different temperature time combinations on lipid and protein oxidation of sous vide cooked lamb loins. *Food Chemistry*, 149, 129–136.
- Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature–time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93(3), 572-578.
- Ruiz. (2010). Cocina al vacío y a temperatura controlada. *SEBBM*, 166, 11-14.
- Santarrosa, V. (2013). *Evaluación nutricional comparativa de pitahaya (Hylocereus triangularis) deshidratada con un liofilizador*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3087/1/56T00424.pdf>
- Salva. (2009). *Caracterización de la carne y charqui de alpaca (Vicugna pacos)*. Tesis Dr. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Universidad de León. León.
- Sánchez, J., Gázquez, A., & Ruiz, J. (2012). Physicochemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*, 90(3), 828-835.



- Sanchez, J., Roldan, J., & Ruiz, J. (2013). Volatile Compounds Profile of Sous-Vide Cooked Pork Cheeks as Affected by Cooking Conditions (Vacuum Packaging, Temperature an Time). *Molecules*, *18*(10), 12538-12547.
- Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., & Jimenez-Colmenero, F. (2015). Filled hydrogel particles as a delivery system for n-3 long chain PUFA in low-fat frankfurters: Consequences for product characteristics with special reference to lipid oxidation. *Meat Science*, *110*, 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.07.013>
- Sasaki, K., Mitsumoto, M., & Kawabata, K. (2001). Relationship between lipid peroxidation and fat content in Japanese Black beef Longissimus muscle during storage. *Meat science*, *59*(4), 407-410.
- Sengkhampan, N., Chanshotikul, N., Assawajitpukdee, C., & Khamjae, T. (2013). Effects of blanching and drying on fiber rich powder from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. *International Food Research Journal*, *20*(4), 1595–1600.
- Schafheitle, J. (1990). The sous vide system for preparing chelled meals. *British Food Journal*, *92*(5),23-27.
- Shahidi, F. (1994). *Flavor of meat and meat products*. Blackie Academic & Professional.
- Sikwese, F., & Duodu, K. G. (2007). Antioxidant effect of a crude phenolic extract from sorghum bran in sunflower oil in the presence of ferric ions. *Food chemistry*, *104*(1), 324-331.



- Simpson, M., Smith, J., Simpson, B., Ramaswamy, H., & Dodds, K. (1994). Storage studies on a sous-vide spaghetti and sauce product food microbiology. 11,5-14.
- Sun, S., Sullivan, G., Stratton, J., Bower, C., & Cavender, G. (2017). Effect of HPP treatment on the safety and quality of beef steak intended for sous vide cooking. *LWT - Food Science and Technology*, 86,185-192.
- Tellez, J. (1992). *Tecnología de Carnes*. Lima-Perú: Ed. Artes gráficas Espino.
- Thu, T., Tran, T., Minh, N., Ton, N., Triet, T., & Man, V. V. (2020). Application of natural antioxidant extract from guava leaves (*Psidium guajava* L.) in fresh pork sausage. *Meat Science*, 165(December 2019), 108106. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108106>
- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70(3), 493-508.
- Torres, J.D., González, K.J. & Acevedo, D. (2014). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *ReCiTeIA. Vol. 14(2)*.
- Trbovich, V. (2017). The effects of sous vide cooking on tenderness and protein concentration in young fed beef and cow semitendinosus muscles. The Ohio State University 91p.
- Trindade, R. A. D., Mancini-Filho, J., & Villavicencio, A. L. C. H. (2009). Effects of natural antioxidantson the lipid profile of electron beam-irradiated beef burgers. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(11), 1161–1168. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900146>



- Troy, D., & Kerry, J. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86(1), 214-226.
- Tze, N. L., Han, C. P., Yusof, Y. A., Ling, C. N., Talib, R. A., Taip, F. S., & Aziz, M. G. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Food Science and Biotechnology*, 21(3), 675–682. <https://doi.org/10.1007/s10068-012-0088-z>
- USDA. (2002). *Composition of foods raw, processed, prepared*. series 8-5 N°.FS/N-003 enero.
- Urgu-Ozturk, M., Ozturk-Kerimoglu, B., & Serdaroglu, M. (2020). Design of healthier beef sausage formulations by hazelnut-based pre-emulsion systems as fat substitutes. *Meat Science*, 167, 108162. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108162>
- Van Ba, H., Hwang, I., Jeong, D., & Touseef, A. (2012). Principle of Meat Aroma Flavors and Future Prospect. In: latest Research into Quality Control, Dr Mohammad Saber Fallah Nezhad ed.
- Vaudagna, S., Sanchez, G., Neira, M., Insani, E., Picallo, A., Gallinger, M., & Lasta, J. (2002). Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature-long time (LT-LT) treatment on their quality characteristics and storage stability. *Internacional Journal of Food Science & Technology*, 37(4), 425-441.
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020a). 15 Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>



- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020b). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Warriss, P. (2000). On introductory text. *Meat Science*, 310.
- Xiong, Y. (2000). *Protein oxidation and implications for muscle foods quality*. New York: Wiley: In: Antioxidants in muscle foods, E.A. Decker, C. Faustman & C.J. Lopez Bote ed.
- Yepes, L., & Mateus, F. (2012). Estimación del comportamiento del glucógeno y el pH muscular en relación al tiempo postsacrificio en cerdos. *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente*, 3(4):50-62.
- Zargar, F. A., Kumar, S., Bhat, Z. F., & Kumar, P. (2014). Effect of pumpkin on the quality characteristics and storage quality of aerobically packaged chicken sausages. *SpringerPlus*, 3(1), 39. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-39>
- Zanardi Emanuela, Ghidini Sergio, Battaglia Alessandra, Chizzolini Roberto. (2004) Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Science* 66(2) 415-423
- Zhang, H., Wu, J., & Xinyu, G. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5(1), 39-48.
- Zhang Dong-Yang, Wan Yi, Hao Jing-Yi, Hu Run-Ze, Chen Cong, Yao Xiao-Hui, Zhao Wei-Guo, Liu Ze-Yu, Li Long. (2018). Evaluation of the alkaloid, polyphenols, and



antioxidant contents of various mulberry cultivars from different planting areas in eastern China. *Industrial Crops and Products* 122(15) 298-307

Zheng Wei and Wang Shiow Y. (2001). Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 11, 5165–5170



ANEXOS

ANEXO I. LEYENDA DE LA FICHA DE LA EVALUACION SENSORIAL

Leyenda para la Ficha de evaluación sensorial de la salchicha.

LEYENDA

<u>APARIENCIA Y COLOR</u>	<u>AROMA</u>	<u>TEXTURA</u>
<ol style="list-style-type: none">1) Extremadamente aceptable2) Aceptable3) Moderadamente aceptable4) Poco aceptable5) Me es indiferente6) Poco inaceptable7) Moderadamente inaceptable8) Inaceptable	<ol style="list-style-type: none">1) Extremadamente suave2) Suave3) Moderadamente suave4) Ligeramente suave5) Me es indiferente (sin olor)6) Ligeramente fuerte7) Moderadamente fuerte8) Fuerte9) Extremadamente fuerte	<ol style="list-style-type: none">1) Extremadamente tierno2) Tierno3) Moderadamente tierno4) Ligeramente tierno5) Me es indiferente6) Ligeramente duro7) Moderadamente duro8) Duro9) Extremadamente duro
<u>SABOR</u>	<u>JUGOSIDAD</u>	
<ol style="list-style-type: none">1) Extremadamente aceptable2) Aceptable3) Moderadamente aceptable4) Poco aceptable5) me es indiferente6) Poco inaceptable7) Moderadamente inaceptable8) Inaceptable9) Extremadamente	<ol style="list-style-type: none">1) Extremadamente jugoso2) Jugoso3) Moderadamente jugoso4) Poco jugoso5) me es indiferente6) Poco seco7) Moderadamente seco8) Seco9) Extremadamente seco	

Fuente: Modzelewska, et. al. 2019; Gomes, et. Al.2013.



EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

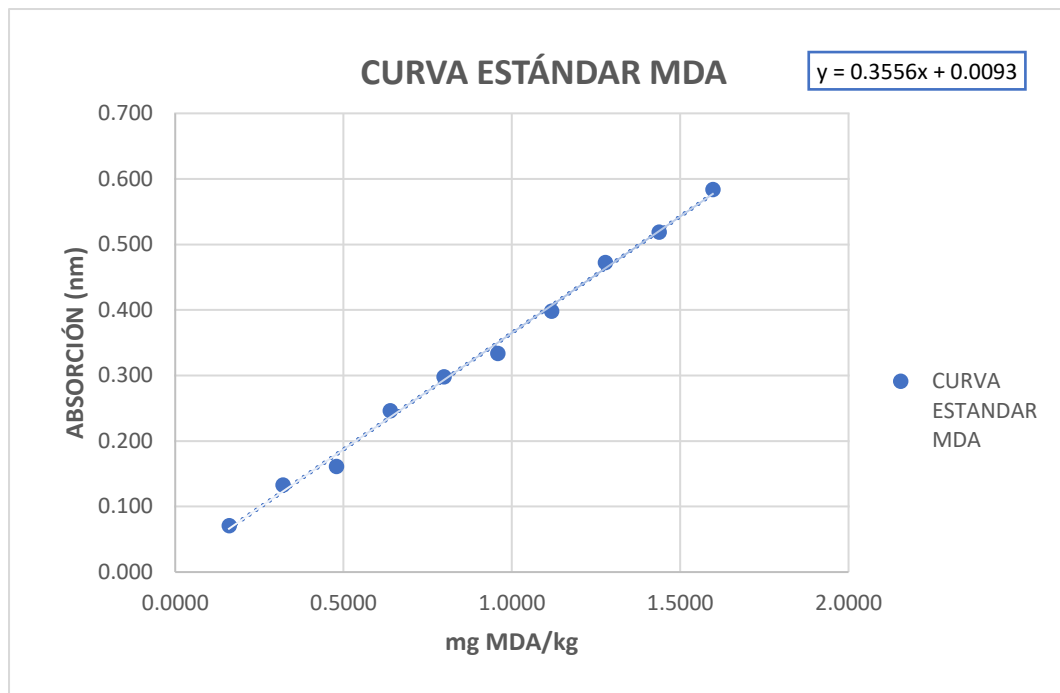
EDAD: _____ SEXO: _____

Marque con una X el número que considere más acorde con la descripción mostradas a continuación

CÓDIGO		ATRIBUTOS								
O	Apariencia total	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Color									
	Aroma									
	Textura									
	Sabor									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
Δ	Apariencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Color									
	Aroma									
	Textura									
	Sabor									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
□	Apariencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Color									
	Aroma									
	Textura									
	Sabor									

FUENTE: Adaptado a Gomes *et al.* (2013); Modzelewska *et al.* (2019).

ANEXO II. CURVA ESTÁNDAR DEL MDA



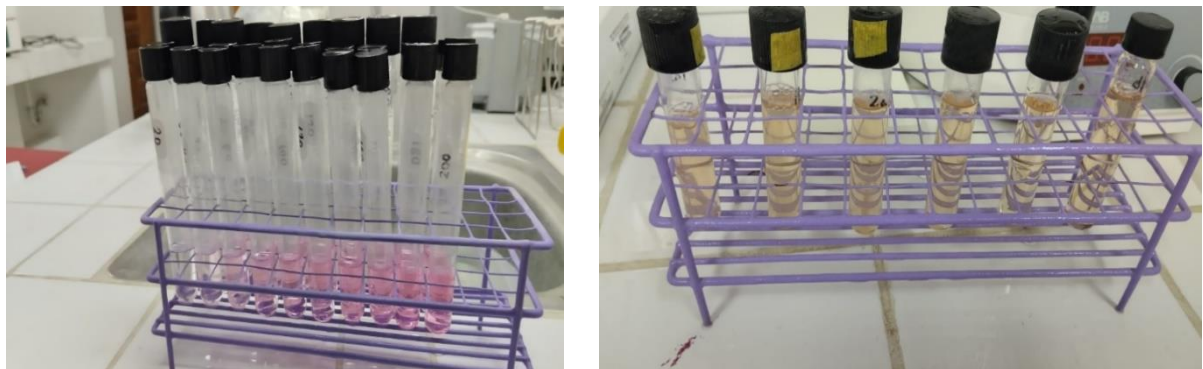
ANEXO III. PROCESO DE ELABORACIÓN DE SALCHICHA DE CARNE DE ALPACA



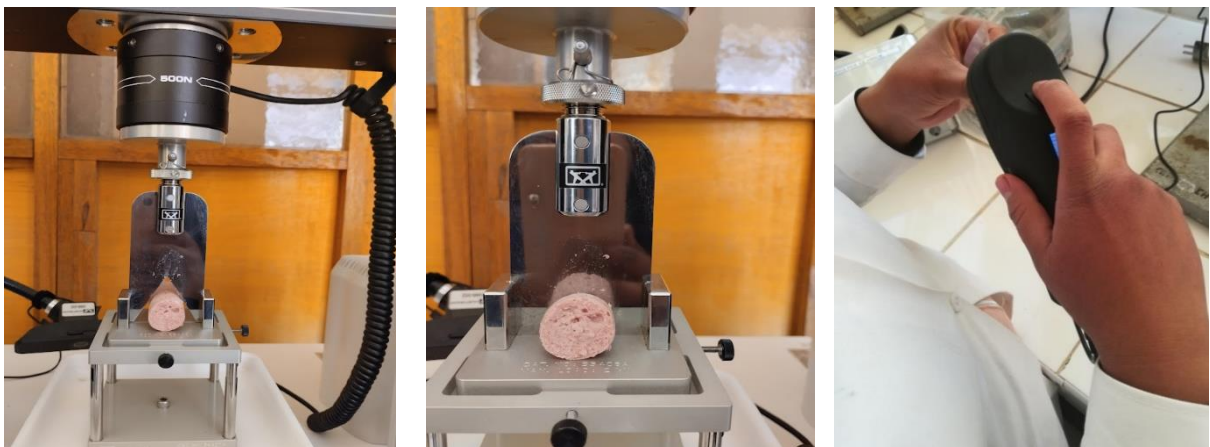
ANEXO IV. COCCIÓN BAJO SOUS VIDE A DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS



ANEXO V. DETERMINACIÓN DE CURVA ESTANDAR MDA Y TBARS



ANEXO VI: ANÁLISIS DE TEXTURA Y COLOR



ANEXO VII. ANÁLISIS DE pH Y ANÁLISIS SENSORIAL





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE DE ING. AGROINDUSTRIAL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



FORMATO N° 01


SEÑOR SUB DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA AGROINDUSTRIAL UNA - PUNO:

En mérito a la evaluación y dictamen del borrador de tesis, **EFFECTO DEL POLVO DE PITAHAYA ROJA (HYLOCEREUS GUATEMALENSIS) COMO ANTIOXIDANTE NATURAL EN SALCHICHA DE CARNE DE ALPACA (VICUGNA PACOS) MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SOUS VIDE**, con código PILAR N° 2022-007 por el bachiller **MIRIAN ELIANA LLANO JALLAHUI** el jurado revisor lo declara:

APTO (X)

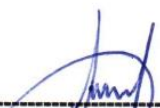
Por tanto, esta expedito para la sustentación no presencial y defensa de la tesis. Determinando que dicho acto académico se lleve a cabo el día **26 de julio del 2023** a las **9:00 horas**. Por lo que solicitamos a usted, se efectuó los tramites y la publicación correspondiente para la realización de acuerdo a lo reglamentado.

En Puno (C.U.), a los 19 días del mes de julio del 2023


M. Sc. **EDGAR GALLEGOS ROJAS**
Presidente


M.Sc. **CÉSAR PAUL LAQUI VILCA**
Primer miembro


M.Sc. **JUAN QUISPE CCAMA**
Segundo miembro


Ph.D. **JUAN MARCOS ARO ARO**
Director o asesor de Tesis


MIRIAN ELIANA LLANO JALLAHUI
Tesisista

PROVEÍDO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Considerando que la evaluación y dictamen del borrador de tesis por el jurado revisor se declaro como apto:

Esta Sub-Dirección autoriza el tramite y la publicación de la exposicion y defensa de la tesis; de acuerdo a la fecha y hora determinada por los jurados, con las respectivas medidas de bioseguridad para dicho acto. A la misma, los documentos que se presentan para su publicación en el Repositorio Institucional son veraces y auténticos del autor (e)

Puno C.U. 21 de julio del 2023


Dr. **ALICIA MAGALY LEON TACCA**
Sub-Director de la Unidad de Investigación-EPITA



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Mirían Eliana Llano Jallahui identificado con DNI 70072157 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agroindustria
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto del pulvo de pitahaya roja (*Hylocereus guatemalensis*) como antioxidante natural en salchicha de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante la tecnología sous vide ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 24 de julio del 20 23


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Mirían Eliana Llano Jallahui
identificado con DNI 70072157 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agroindustria
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto del pulco de pitahaya roja (Hylocereus guatemalensis)
como antioxidante natural en salchicha de carne de alpaca
(Vicugna pacos) mediante la tecnología sous vide ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 24 de julio del 20 23


FIRMA (obligatoria)



Huella