



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



**“EVALUACIÓN DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA, PROPIEDADES
FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIAL DE
CARNE DE ALPACA (*Vicugna pacos*) PROCESADA MEDIANTE
LA TECNOLOGÍA SOUS VIDE”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. SHEILA VANESA PERCCA CCAMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en los momentos
más difíciles y felices que me ha tocado
vivir en cada una de mis decisiones.

A mis amados y queridos padres Wilfredo
Raul Percca Quispe y Carmen Maria
Ccama Garavito, por su amor, confianza y
apoyo incondicional a lo largo de mi carrera
profesional, brindándome valores y
enseñanzas.

A mí querida hermana Celia Ivone que
siempre me acompaño y apoyo en todo
momento con palabras de aliento.

Sheila Vanesa Percca Ccama



AGRADECIMIENTOS

- A mi primera casa de estudios la Universidad Nacional del Altiplano Puno, la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y docentes, por haber contribuido y aportado a lo largo de mi formación profesional.
- A mi familia por su ayuda incondicional, palabras de ánimo y motivación.
- A mi Director de tesis Ph.D. Juan Marcos Aro Aro por su asesoramiento, apoyo incondicional, y la confianza brindada durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A los distinguidos miembros del jurado Dr. Alejandro Coloma Paxi, Dr. Alicia Magaly Leon Tacca y M.Sc. Juan Quispe Ccama por su apoyo, acertadas sugerencias, recomendaciones, correcciones y guía en el presente trabajo de investigación.
- A la Ing. Marienela por su apoyo y orientación durante la ejecución del presente trabajo.
- Al personal encargado de los laboratorios por la disposición y facilidad que me brindaron durante el presente trabajo de investigación.
- A mis amigas Nohemi, Nilda y Fabiola por el apoyo mutuo y los momentos que hemos compartido en el laboratorio de investigación.
- A todos mis amigos con quienes he tenido la oportunidad de compartir conocimientos, experiencias y recuerdos a lo largo de mi formación profesional.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1.1. Objetivo General:	14
1.1.2. Objetivos Específicos:.....	14

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LA ALPACA (<i>Vicugna pacos</i>)	15
2.1.1. Origen de la Alpaca (<i>Vicugna pacos</i>):.....	15
2.1.2. Clasificación Taxonómica:	15
2.2. CARNE DE ALPACA:.....	16
2.2.1. Producción de carne de alpaca.....	16
2.2.2. Composición de la carne de alpaca.....	18
2.3. SOUS VIDE.....	22
2.3.1. Envasado al vacío	23
2.3.2. Modificaciones Físicoquímicas y sensoriales.....	24
2.4. OXIDACIÓN LIPÍDICA EN PRODUCTOS CÁRNICOS.....	31



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES	36
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	38
3.2.1. Descripción de las operaciones para el procesamiento de carne de alpaca. ..	39
3.2.2. Operaciones de la segunda etapa:	40
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS	40
3.3.1. Determinación de Análisis Físicoquímico:.....	40
3.3.2. Determinación de Análisis Microbiológico:.....	44
3.3.3. Análisis sensorial:	44
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO	45
3.4.1. Diseños estadísticos para el primer objetivo:	45
3.4.1. Diseños estadísticos para el segundo objetivo:.....	45
3.4.3. Diseño estadístico para el tercer objetivo:	46

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de cocción en la oxidación lipídica, propiedades físicoquímicas y microbiológicas de carne de alpaca (<i>Vicugna Pacos</i>) mediante la tecnología de sous vide.....	47
4.1.1. Oxidación lipídica.....	47
4.1.2. Análisis físicoquímico:	53
4.1.3. Análisis microbiológico.....	61
4.2. Evaluar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura de cocción de carne de alpaca (<i>vicugna pacos</i>) mediante la tecnología sous vide en la evaluación sensorial.....	64
4.2.1. Análisis sensorial	64
4.3. Evaluar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura de cocción de carne de alpaca (<i>vicugna pacos</i>) mediante la tecnología sous vide durante el tiempo	



de almacenamiento en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.....	69
4.3.1. Oxidación lipídica.....	69
4.3.2. Análisis fisicoquímico:	71
4.3.3. Análisis microbiológico:.....	79
V. CONCLUSIONES.....	84
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. REFERENCIAS.....	86
ANEXOS.....	108

Tema : Propiedades físicas y estructurales

Área : Ingeniería y Tecnología

FECHA DE SUSTENTACIÓN 15 DE ENERO DEL 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Reacción del ácido tiobarbitúrico (TBA) con el MDA.....	34
Figura 2.	Diagrama de flujo para el procesamiento de la carne de alpaca mediante la tecnología sous vide.....	39
Figura 3.	Perfil sensorial de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.....	66
Figura 4.	TBARS de la carne de alpaca (mg MDA/kg) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.....	70
Figura 5.	Contenido de humedad (%) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.....	72
Figura 6.	Actividad de agua (a_w) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.	73
Figura 7.	Análisis del pH de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.....	74
Figura 8.	Color L de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.....	76
Figura 9.	Color a^* de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento	77
Figura 10.	Color b^* de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento	77
Figura 11.	Recuento microbiológico de Bacterias aerobias mesofilas (log UFC/g) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.	80
Figura 12.	Recuento microbiológico de Bacterias Acido Lácticas (log UFC/g) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.	81



Figura 13. Muestreo de la carne de alpaca	132
Figura 14. Envasado al vacío de las muestras pesadas.....	132
Figura 15. Cocción bajo sous vide a diferentes temperaturas y tiempos	133
Figura 16. Análisis de ácidos grasos	133
Figura 17. Determinación de TBARS	133
Figura 18. Análisis de textura y color	134
Figura 19. Análisis de pH y acidez láctica	134
Figura 20. Análisis de a_w y humedad	135
Figura 21. Incubación de los microorganismos.....	135
Figura 22. Recuento de microorganismos.....	136
Figura 23. Análisis sensorial	136



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción de carne de alpaca (Toneladas) en el Perú	17
Tabla 2.	Composición química de la carne de alpaca (%)	18
Tabla 3.	Perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular de alpaca, expresados como porcentaje de los ácidos grasos totales.	19
Tabla 4.	Medición del color instrumental de la carne de alpaca.	21
Tabla 5.	TBARS de carne de alpaca (mg MDA/kg) procesada mediante sous vide....	47
Tabla 6.	Perfil de ácidos grasos (% AG) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.	50
Tabla 7.	Contenido de humedad (%) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.	53
Tabla 8.	Análisis de actividad de agua (a_w) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.	55
Tabla 9.	Análisis del pH de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.	56
Tabla 10.	Análisis de Textura (N) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.	58
Tabla 11.	Color de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.....	59
Tabla 12.	Recuento microbiológico de Bacterias aerobias mesofilas, Bacterias ácido lácticas y Coliformes fecales (log UFC/g) de carne de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) procesada mediante sous vide.	62
Tabla 13.	Análisis sensorial de carne de alpaca (<i>Vicugna Pacos</i>) procesada mediante sous vide.	65



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ml	: Mililitro
g	: Gramos
µg	: Microgramos
°C	: Grados centígrados
pH	: Potencial de hidrogeno
h.	: Horas
Ufc	: Unidad formadora de colonias
ANVA	: Análisis de Varianza
Fig.	: Figura
CRA	: Capacidad de retención de agua
%	: Porcentaje
PA	: Poli Amida
TBA	: Ácido tiobarbitúrico
TBARS	: Sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico
a _w	: Actividad de agua
MDA	: Malonaldehido
Log	: Logaritmo
N	: Newton
PUFA	: Ácidos grasos poli insaturados
MUFA	: Ácidos grasos moni insaturados
SFA	: Ácidos grasos saturados
MMb	: Metamioglobina
Mb	: Mioglobina
DS	: Desviación estándar



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la cocción mediante la tecnología sous vide sobre la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) empleando combinaciones de temperaturas bajas (60 y 80)°C y tiempos de cocción prolongada (2, 3 y 4) horas. Se evaluó la oxidación lipídica donde el TBARS en el T2(60°C/2h) fue 0.146mg MDA/Kg indicando una menor oxidación; en el análisis sensorial se pudo observar que a mayor temperatura, la apariencia general, sabor y jugosidad obtuvieron mejores resultados a diferencia de la ternura, por otro lado, los parámetros de ternura aumentaron con el tiempo de cocción prolongado; los parámetros de aceptabilidad general y jugosidad mostraron valores decrecientes; posteriormente se evaluó sus propiedades fisicoquímicas donde el pH en el T2(60°C/2h) fue 6.06, en la humedad el T7(80°C/2h) se encontró entre la más baja 61.98% y a_w los tratamientos T2(60°C/2h), fue menor con 0.9897 con una baja diferencia significativa. Durante el almacenamiento la oxidación lipídica donde el TBARS del T4(60°/4h) fue menor, en las propiedades fisicoquímicas, en la humedad el T7(80°/4h) mantuvo su humedad llegando a 61.1% el ultimo día, la a_w el T5(80°C/2h) se conservó, el pH en el T5 no hubo cambios mayores. Para el análisis microbiológico durante el almacenamiento el T7(80°/4h) se presenció una cantidad menor de bacterias aerobias mesofilas 1.64 log UFC/g y bacterias ácido lácticas 3.09 log UFC/g, en cuanto a las coliformes no se detectó presencia de este microorganismo. Los resultados esperados de los análisis con respecto al tiempo y la temperatura de cocción así como el tiempo de almacenamiento, influyeron en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de carne de alpaca.

Palabras Clave: sous vide, Oxidación lipídica, carne de alpaca (*Vicugna pacos*), TBARS



ABSTRACT

The present research work aims to evaluate the effect of cooking using sous vide technology on lipid oxidation, physicochemical, microbiological and sensory properties of alpaca meat (*Vicugna pacos*) using combinations of low temperatures (60 and 80) ° C and long cooking times (2, 3 and 4) hours. Lipid oxidation was evaluated where the TBARS in T2 (60 ° C / 2h) was 0.146mg MDA / Kg indicating a lower oxidation; In the sensory analysis it was observed that at higher temperature, the general appearance, flavor and juiciness obtained better results, unlike tenderness, on the other hand, the tenderness parameters increased with prolonged cooking time; the parameters of general acceptability and juiciness showed decreasing values; Subsequently, its physicochemical properties were evaluated where the pH in T2 (60 ° C / 2h) was 6.06, in humidity the T7 (80 ° C / 2h) was found between the lowest 61.98% and aw the treatments T2 (60 ° C / 2h), was lower with 0.9897 with a low significant difference. During storage, lipid oxidation where the TBARS of T4 (60 ° / 4h) was lower, in physicochemical properties, in humidity T7 (80 ° / 4h) maintained its humidity reaching 61.1% on the last day, aw the T5 (80 ° C / 2h) was conserved, the pH in T5 there were no major changes. For the microbiological analysis during storage, the T7 (80 ° / 4h) showed a lower amount of mesophyll aerobic bacteria 1.64 log CFU / g and lactic acid bacteria 3.09 log CFU / g, as for coliforms, no presence of this microorganism was detected . The expected results of the analyzes with respect to the cooking time and temperature as well as the storage time, influenced the lipid oxidation, physicochemical, microbiological and sensory properties of alpaca meat.

Keywords: sous vide, Lipid oxidation, alpaca meat (*Vicugna pacos*), physicochemical properties, TBARS



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La alpaca (*Vicugna pacos*) es un camélido sudamericano doméstico de gran importancia en la zona andina, siendo la especie con mayor existencia numérica en el Perú, siendo también es un recurso destacable para la producción de carne en las familias de la zona alto andina (Pérez *et al.*, 2000; Fairfield, 2006; Pinto *et al.*, 2010).

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 y oxidación de lípidos que modifican la textura, olor, color y sabor; además de considerables pérdidas de agua, compuestos aromáticos y pérdidas 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 (Ayub & Ahmad, 2019).

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 alpaca sería un aporte importante, puesto que esta carne cuya característica principal es proteica



procedente de una especie nativa de nuestra región, caracterizada por un contenido reducido en grasa y colesterol. El objetivo de este trabajo de investigación es:

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo General:

Evaluar el efecto de la cocción mediante la tecnología sous vide sobre la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial de carne de alpaca (*Vicugna pacos*).

1.1.2. Objetivos Específicos:

1. Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de cocción sous vide en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de carne de alpaca (*Vicugna pacos*).
2. Evaluar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura de cocción sous vide de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante la tecnología sous vide en la evaluación sensorial.
3. Evaluar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura de cocción sous vide de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) durante el tiempo de almacenamiento en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LA ALPACA (*VICUGNA PACOS*)

2.1.1. Origen de 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).

2.1.2. 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, en forma completa 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. CARNE DE ALPACA:

2.2.1. 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 últimos 11 años del 2007 al 2018.



Tabla 1. Producción de carne de alpaca (Toneladas) en el Perú

AÑO	Producción Carne de Alpaca (Ton.)
2007	9 366
2008	9 527
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. (Fernandez , 2005), estima que el porcentaje de saca anual, tanto en alpacas como en llamas, es del orden del 10 al 12 por ciento.

2.2.2. 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.

2.2.2.1. Perfil de ácidos grasos

En cuanto al perfil de ácidos grasos de la carne de alpaca, en la Tabla 3 se muestra el contenido de los principales ácidos grasos de la grasa intramuscular de las alpacas. Los ácidos grasos están implicados en varios aspectos de la calidad de carne ya que afectan al punto de fusión de la grasa, así como a su textura, color y valor nutritivo. Esto último debido principalmente a la mayor o menor presencia de ácidos grasos poliinsaturados o esenciales. Por otra parte, los ácidos grasos insaturados sobre todo

aquellos con más de dos dobles enlaces, son propensos a oxidarse rápidamente, lo que puede ser limitante sobre la vida útil de la carne (Wood *et al.*, 2003).

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular de alpaca, expresados como porcentaje de los ácidos grasos totales.

Ácidos grasos	Promedio \pm SD (%)	Rango (%)
C 14:0	2.67 \pm 0.42	1.86 - 3.26
C 15:0	1.03 \pm 0.22	0.51 - 1.44
C 16:0	22.01 \pm 1.05	19.32 - 24.30
C 16:1 n-7	3.15 \pm 1.13	0.43 - 4.85
C 17:0	0.86 \pm 0.18	0.69 - 1.41
C 18:0	19.82 \pm 1.05	16.99 - 23.88
C 18:1 n-9	24.24 \pm 5.04	18.05 - 33.50
C 18:1 ind	7.63 \pm 1.41	4.47 - 9.58
C 18:2 n-6	6.02 \pm 2.52	2.48 - 10.70
C 18:3 n-3	1.75 \pm 0.61	1.06 - 1.05
C9t11 - CLA	0.79 \pm 0.11	0.62 - 1.05
C20:4 n-6	1.28 \pm 0.51	0.48 - 2.18

Fuente: Oyagüe (2010).

En el músculo de alpaca, el ácido graso encontrado en mayor proporción fue el C 18:1 n-9 (ácido oleico), con 24.24% (la suma de los isómeros C 18:1 fue de 31.9%), seguido por el C 16:0 (ácido palmítico) con 22.01% y el C18:0 (ácido esteárico) con 19.82%. En relación a los ácidos grasos esenciales presenta 6.02% (ácido linolénico).

Wood *et al.*, (2003), indica que la concentración de n-3 en la carne de rumiantes esta significativamente influenciada por la dieta, de forma que una dieta rica en hierba y forraje se relaciona con mayores cantidades de ese ácido graso en la carne.



2.2.2.2. 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 postmortem, observando en todos los casos un proceso glicolítico normal, alcanzándose finalmente valores de pH en torno a 5.6.

Salva *et al.*, (2009), indico que la carne del musculo de alpaca *Longissimus dorsi* mostró un valor de pH medio de $5,63 \pm 0,22$ en edades entre 18 y 24 meses.

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.

2.2.2.3. Textura

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.

La textura es una propiedad sensorial, mientras que la dureza es un atributo de textura (Cañeque, 2005).

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 y un valor de ± 0.84 kg/cm² de desviación estándar.

2.2.2.4. Color

En la Tabla 4 se muestran los valores obtenidos por Salvá *et al.* (2009) en la evaluación de la carne de alpaca.

Tabla 4. Medición del color instrumental de la carne de alpaca.

Coordenada CIELAB	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 Oyagiüe (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, sabor agradable y textura suave; sin embargo, como en todas las especies animales las características sensoriales, varían con la edad, sexo, estado sanitario, manejo y alimentación.

2.3. SOUS VIDE

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 (Sanchez *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; Dominguez, 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).

2.3.1. 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).

2.3.1.1. 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 pasterizados 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. Dogruyol, *et al.*, (2020). Indica que para el tratamiento sous vide es necesario utilizar bolsas de vacío termoestables, debido a que se expone a temperaturas menores a 100° C.

2.3.2. Modificaciones Físicoquímicas 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 ternura, 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).

2.3.2.1. Composición de ácidos grasos

En la carne de res cocida al vacío, los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados son más altos a temperaturas mayores. Las pérdidas de ácidos grasos son menores en la cocción al vacío en comparación con otros métodos de cocción, como hervir, asar a la parrilla y al microondas. La transformación de ácidos grasos está asociada con la oxidación, lo que provoca un cambio en la composición de los ácidos grasos. sous vide reduce la pérdida de nutrientes y la oxidación de los ácidos grasos al reducir el contacto de la carne con el oxígeno libre y aumentar su vida útil (Falowo *et al.*, 2017).

2.3.2.2. 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).

2.3.2.3. Textura

La textura de la carne depende de las características zootécnicas del animal, tales como la raza, la edad y el sexo, de las características zootécnicas del animal, tales como 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 la 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 (Laakkonen *et al.*, 1970). 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).

2.3.2.4. 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 (Ruiz & Moral, 2001; 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).

2.3.2.5. 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, en 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 metamioglobina 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 (6h-24h) 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 muestra (King & Whyte, 2006). Actualmente se utiliza el espacio CIELab, 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).

2.3.2.6. 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 presentan menores umbrales de detección (Van *et al.*, 2012). En cambio, las reacciones de oxidación lipídica producen compuestos aromáticos que parecen ser los responsables del aroma específico 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 (Dominguez *et al.*, 2014). 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).

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. Sanchez *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 tiempos (Sanchez *et al.*, 2013).

2.3.2.7. 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 (Dominguez *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, lo cual reduce las pérdidas de nutrientes en la carne (Botinestean *et al.*, 2016). La carne coccionada en microondas posee menos pérdidas en comparación con una cocción prolongada a la misma temperatura, mientras que sous vide posee las menores pérdidas de cocción, a pesar de haber sido cocinadas durante mucho tiempo debido al calentamiento uniforme y al uso de vacío que no permite que la carne se deshidrate (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).

2.3.2.8. 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 compuestos volátiles y evita la acumulación de sabores desagradables. La liberación de compuestos volátiles es diferente en la carne cocida convencional y la carne cocida al vacío (Rinaldi *et al.*, 2014).

2.4. 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

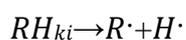


metálicos, entre otros, todo lo cual aumenta el desarrollo de reacciones de oxidación durante el posterior almacenamiento refrigerado. Las reacciones oxidativas deterioran algunos atributos organolépticos, nutricionales, y disminuyen la vida útil de los derivados cárnicos (Nieto *et al.*, 2009).

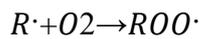
La susceptibilidad y velocidad de oxidación de los ácidos grasos en los lípidos depende de su grado de saturación; así, los lípidos que son más insaturados son oxidados con mayor rapidez que los menos insaturados. A medida que el grado de insaturación aumenta, tanto la tasa de formación como la cantidad 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 ácidos grasos poliinsaturados 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; Estévez & Cava, 2004).

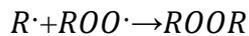
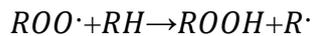
Reacciones:



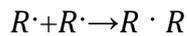
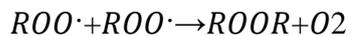
Iniciación



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.

2.4.1. Métodos de evaluación de oxidación lipídica

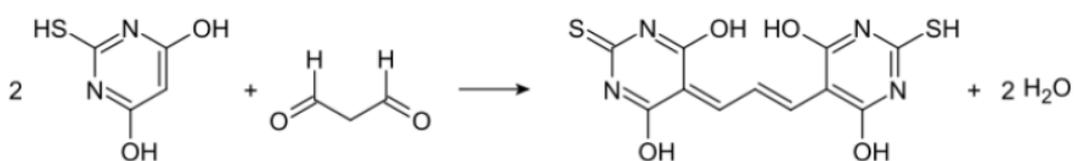
En general, la velocidad de oxidación aumenta con la temperatura; así, la cocción de la carne aumenta el desarrollo de reacciones oxidativas, ya que la interacción entre el oxígeno molecular y los lípidos del músculo se incrementa con ella (Esteves, 2005).

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 (Schaich, 2013).

2.4.1.1. 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 grupo amino de aminoácidos y de moléculas de ADN (Kerry *et al.*, 2000; Andreo, 2011).

2.4.1.2. Índice de peróxidos

Determinación de la concentración total de los hidroperóxidos (tradicionalmente llamados peróxidos) a un tiempo determinado, cuyo valor es llamado índice de peróxidos. El contenido de peróxidos usualmente se expresa en alguna de las siguientes unidades: miliequivalentes de oxígeno o de yodo o de peróxidos por kilogramo de grasa. Aunque los peróxidos son inodoros e insípidos y no pueden relacionarse a una evaluación sensorial de la carne, su temprana presencia es una indicación cierta de un futuro deterioro organoléptico, ya que son inestables e inevitablemente se descomponen a temperatura ambiente para producir las pequeñas moléculas productoras del sabor y aroma desagradables (Armenteros, 2010). Este enfoque está limitado por dicha inestabilidad (Amaral, 2018), pues después que su concentración alcanza un valor máximo comienza a disminuir en función de la temperatura del producto. Así, cuando en la grasa hay peróxidos ha ocurrido una oxidación, pero no puede decirse con precisión hasta qué grado ha transcurrido ésta: un bajo valor, durante un cierto punto del almacenamiento, puede indicar tanto una fase temprana de auto oxidación como una fase tardía, cuando en un producto severamente oxidado la mayoría de los peróxidos se han degradado.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

a) INFRAESTRUCTURA:

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, microbiológicas y sensoriales se realizaron en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencia Agrarias UNA Puno en los siguientes laboratorios.

- Taller de carnes; se realizó el procesamiento de la carne de alpaca mediante la tecnología sous vide.
- Laboratorio de investigación multidisciplinario EPIAI; se realizó los análisis de TBARS, pH y microbiológico.
- Laboratorio de Pos-cosecha; se analizó la textura y color.
- Laboratorio de Biotecnología; se realizaron los análisis de a_w y humedad.
- Cabinas sensoriales; se realizó el análisis sensorial.

b) EQUIPOS

- sous vide, marca oliso, modelo IH95A.
- sous vide, marca supreme, modelo SVS-10LS.
- Estufa, marca Boeco Germany, modelo IB-9025.
- pH-metro, marca Milwaukee, modelo Mi 150.



- Vortex Mixer, marca eurolab, modelo XH-D.
- Autoclave, marca eurotech, modelo YX-18LDJ.
- Medidor de actividad de agua, marca Aqua lab, modelo 4TE
- Balanza analítica, marca Henkel, modelo BQ003.
- Texturometro, marca BROOKFIELD, modelo CT3.
- Espectrofotómetro, marca Wincom, modelo UV752.
- Licuadora, marca Osterblender, modelo M4127.
- Centrifugadora, marca Euro lab, modelo LC-04R.
- Analizador de humedad, marca sartorius, modelo MA 35.

c) MATERIALES

- Mechero bunsen
- Tabla de picar
- Envases de poliamida (PA)
- Cuchillo acero inoxidable
- Buretas de 50 ml
- Pipetas de 5 ml, 1 ml, 10 ml.
- Pipeta pump 10 ml y 2 ml
- Micropipeta 500 μ l
- Placas Petri (material de vidrio)



- Placas Petri descartables
- Vasos precipitados de 10ml, 50ml, 100ml, 400ml
- Tubos de ensayo pirex
- Matraz Erlenmeyer
- Fiola
- Papel filtro

D) REACTIVOS

- Hidroxido de sodio
- MDA
- TBA
- Ácido tricloroacetico

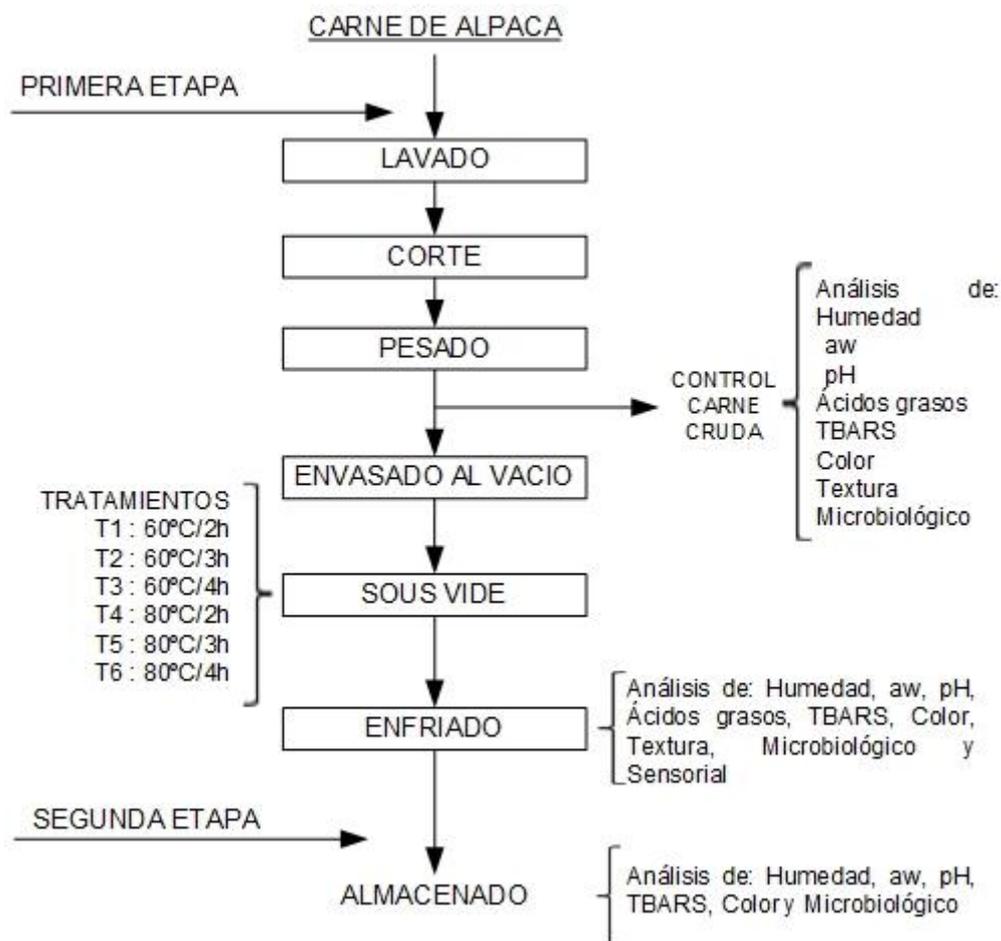
E) MEDIOS DE CULTIVO

- Agar Rogosa Biomark
- Standar Plate Count Agar CMO463(APHA)
- Agar TBX (Tryptone Bile X-glucoronide)

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la Figura 2 se indica el diagrama de flujo para el procesamiento de la carne de alpaca.

Figura 2. Diagrama de flujo para el procesamiento de la carne de alpaca mediante la tecnología sous vide.



Fuente: Adaptado a Roldan *et al.* (2014)

3.2.1. Descripción de las operaciones para el procesamiento de carne de alpaca.

OPERACIONES DE LA PRIMERA ETAPA:

- Materia prima: Se utilizó carne de alpaca proveniente del mercado Unión y Dignidad de la región Puno.
- Recepción: Se realizó la evaluación de la materia prima de carne de alpaca.
- Lavado: Se lavó con agua, para eliminar restos de impurezas (pelos, restos de sangre, y otros) que pudieron impregnarse durante el beneficio.



- d) Corte: Se realizó corte horizontal, con un espesor de 2.5 cm aprox. tipo filete. Separando los paquetes musculares.
- e) Pesado: Se pesó los 6 tratamientos y el control respectivamente (18-20) gramos aproximadamente.
- f) Envasado al vacío: Los filetes fueron empacados en envase de polipropileno (70) poliamida (20).
- g) sous vide: Este proceso se realizó a diferentes temperaturas (60 y 80) °C y a diferentes tiempos (2, 3 y 4) horas.
- h) Enfriado: La carne cocinada fue enfriada rápidamente.

3.2.2. Operaciones de la segunda etapa:

- a) Almacenamiento: Los tratamientos se almacenaron en una cámara de refrigeración a temperatura de 2 °C por 21 días. Se realizaron las evaluaciones respectivas desde (0, 7, 14 y 21) días.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. Determinación de Análisis Físicoquímico:

3.3.2.1. Contenido de Humedad:

El contenido de humedad se determinó utilizando el equipo analizador de humedad según los procedimientos establecidos por (*Diaz et al.*, 2008), donde se pesó muestras de (2 gr) a 125 °C x 15 min., siguiendo las instrucciones del fabricante.

3.3.2.2. Determinación de pH

El pH de las muestras se midieron usando el método descrito por Vaudagna *et al.* (2008), se homogenizo 10 g de músculo de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) con 50



ml de agua destilada en un homogeneizador durante 30 segundos y se midió el pH del homogenizado de carne de alpaca con un pH metro, estandarizado por tampón a pH 7.

3.3.2.3. Determinación de Actividad de Agua (a_w)

La actividad de agua de piezas de muestra no homogeneizada se midió usando un medidor de actividad de agua (Aqua Lab 4TE) siguiendo las instrucciones del fabricante (Sun *et al.*, 2017).

3.2.2.4. Determinación de Ácidos Grasos:

Método de preparación de muestra:

Pesar la muestra de 100 mg en un tubo de ensayo de 20 ml (con tapón de rosca) o un vial de reacción. Disolver la muestra en 10 ml de hexano. Agregar 100 μ L de hidróxido de potasio 2 N en metanol (11.2 g en 100 ml). Cerrar el tubo o vial y agite en vórtex durante 30 segundos. Centrifugar, transferir el sobrenadante transparente a un vial de muestreo automático de 2 ml (Frank *et al.*, 2003).

3.3.2.5. 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):

- Pesamos 0.5012 g de MDA, y aforar a una fiola de 25 ml con agua destilada.
- Se hizo una dilución con 100 μ l de la primera solución más 9900 μ l de agua destilada.



- Se hizo una dilución con 1000 μl de la primera dilución más 9000 μl de agua destilada.
- Luego se realizó diferentes concentraciones de la segunda dilución con agua destilada, TBA 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

- Luego se llevó a ebullición a temperatura ambiente por 35 minutos.
- Luego se enfrió 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. (ver Anexo 3)



Preparación de la muestra:

- Una muestra de 5g se homogenizo con 25 ml al 5% de ácido tricloroacetico durante 40 segundos y reposar por 15 min a -10°C, para mejorar la precipitación.
- La muestra mezclada se filtró a través de papel de filtro.
- 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, se enfriara, y se agitara en el Vortex.
- Se medirá 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, y la concentración de malonaldehído (MDA) se calculó a partir de una curva estándar por triplicado.

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

$$TBARS = \frac{((Am - Ab) + 0.0037)}{0.4645}$$

Dónde:

Am: Absorbancia de la muestra

Ab: Absorbancia del blanco

3.3.2.6. Determinación de Textura

La determinación de textura para las muestras de carne de alpaca se analizó, las muestras cocidas de acuerdo con el método descrito por Bourne, (1978) y Keenan *et al.*,



(2015). Se obtuvo tres muestras por tratamiento (diámetro 25 x 20 mm) usando un texturometro, diseñada para determinar la fuerza de corte de los alimentos.

3.3.2.7. Determinación de Color

Se realizó a todos los tratamientos. Según el método instrumental, el color de las muestras se medirá en un colorímetro, a través del modelo cromático CIELAB, para determinar cambios del color de la carne durante almacenamiento. (Liu *et al.*, 1996; Albertí *et al.*, 2005; Ripoll *et al.*, 2008).

3.3.2. Determinación de Análisis Microbiológico:

Inicialmente se tomaron muestras de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) crudos y de los tratamientos con el objetivo de determinar el estado microbiológico. Se transfirió asepticamente una muestra de 10 g. a un envase con 90 ml de agua destilada, el homogenizado se preparó utilizando una licuadora, antes de la preparación de diluciones en serie 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} para análisis microbiológico.

Las bacterias aerobias mesofilas fueron determinados por el método de vertido de placa, en Standar Plate Count Agar incubando las placas a 37 ° C durante 48 h; recuento de bacterias de ácido lácticas (LAB), que se determinó cultivando LAB en Rogosa Biomark e incubando a 37 ° C durante 72 h y finalmente, el recuento de coliformes, que se determinó usando agar TBX e incubando las placas a 37 ° C durante 24 h. Las pruebas se realizaron por duplicado y los resultados se expresaron como log UFC/g. (Aro *et al.*, 2010)

3.3.3. Análisis sensorial:

Siguiendo la metodología de Sancho *et al.* (1999), Carpenter *et al.* (2009), Oliveira *et al.*, (2019) se realizó una prueba descriptiva con una escala estructurada,



donde se estableció una calificación de 9 como el valor umbral (ver ANEXO 2) a 75 panelistas de la Universidad Nacional del Altiplano de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial pertenecientes al curso de Tecnología de carnes que recibieron capacitación, de acuerdo con la norma ISO 5492 (ISO, 2008). Según Espinosa, (2015), las muestras se analizaron después de la cocción procesada mediante la tecnología sous vide donde se tomaron muestras cortadas de 55 x 25 mm de cada tratamiento para el análisis sensorial (Aceptación general, sabor, ternura y jugosidad) de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*).

3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

3.4.1. Diseños estadísticos para el primer objetivo:

Los datos fueron analizados por grado de variación y diferencia significativa usando análisis de varianza (ANVA) se empleó para un DFCA, Diseño Completo Aleatorio con arreglo factorial 2x3 (temperatura y tiempo) con tres repeticiones para determinar la diferencia significativa. Fueron considerados diferencia significativa cuando $p < 0.05$. La parte estadística fue analizada usando el software Statgraphics centurión XVI. Teniendo como factores de estudio la temperatura y tiempo de cocción y las variables de respuesta: oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

3.4.1. Diseños estadísticos para el segundo objetivo:

Los datos fueron analizados por grado de variación y diferencia significativa usando análisis de varianza (ANVA) de un solo factor, se empleó para un Diseño Completo Aleatorio para determinar la diferencia significativa. Fueron considerados diferencia significativa cuando $p < 0.05$. La parte estadística fue analizada usando el



software IBM SPSS STATICS 20. Teniendo como factor los tratamientos y dependiente los atributos.

3.4.3. Diseño estadístico para el tercer objetivo:

Los datos fueron analizados por grado de variación y diferencia significativa usando análisis de varianza (ANVA) se empleó para un DFCA, Diseño Completo Aleatorio con arreglo factorial 6x4 (tratamientos y tiempo de almacenamiento) con tres repeticiones para determinar la diferencia significativa. Fueron considerados diferencia significativa cuando $p < 0.05$. La parte estadística fue analizada usando el software Statgraphics centurión XVI. Teniendo como factores de estudio los tratamientos y tiempo de almacenamiento, y las variables de respuesta: oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de cocción en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de carne de alpaca (*Vicugna Pacos*) mediante la tecnología de sous vide.

4.1.1. Oxidación lipídica

4.1.1.1. TBARS

El análisis de TBARS determina la formación de la oxidación de lípidos, principalmente malonaldehído, en la Tabla 5 se muestra los resultados promedio y error estándar del TBARS encontrados en mg MDA/Kg de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante sous vide.

Tabla 5. TBARS de carne de alpaca (mg MDA/kg) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	mg MDA/kg
Control	0.318±0.003
T1	0.146±0.008
T2	0.152±0.00
T3	0.164±0.009
T4	0.243±0.014
T5	0.217±0.011
T6	0.197±0.002

Leyenda: Control: carne cruda; T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h.; T5: 80°C/3h.; T6: 80°C/4h.



El valor promedio de TBARS en el control fue 0.318 mg MDA/Kg de carne se encontró dentro del rango reportado por Saavedra (2013), que señalo 0.31 mg MDA/Kg de carne fresca de alpaca, de acuerdo a otro estudio son más bajos, oscilando entre 1.5 y 2.2 mg MDA/Kg (Smith *et al.*, 2017) debido a la diferencia de edad, sexo y alimentación, considerando que se utilizó otro método de determinación de TBARS.

En el ANEXO 5.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura y la interacción entre ambas, indicando que a mayor temperatura los tratamientos T4, T5 y T6 obtuvieron los mayores valores (0.197-0.243) mg MDA/kg, se puede observar que el TBARS en los tratamientos cocinados bajo sous vide disminuyo de acuerdo a Estévez (2005), indicando que la oxidación aumenta con la temperatura. A sí mismo los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron menores valores (0.146-0.164) mg MDA/kg a menor temperatura, según Roldan *et al.*, (2014); Vaudagna *et al.*, (2002) demuestra valores más bajos de sustancia reactiva de ácido tiobarbitúrico (TBARS). Biyikli *et al.*, (2020) indico en sus resultados obtenidos que a medida que aumentaba la temperatura de cocción, el valor de TBARS también aumentaba. Resultando que las temperaturas altas conducirían a una mayor oxidación de los lípidos, mediante el aumento de la desnaturalización de proteínas y la cantidad relativa de ácidos grasos poliinsaturados (Vaudagna *et al.*, 2002), las alteraciones de TBARS causadas por los productos reactivos de oxidación que interactúan con los aminoácidos de la carne indicado por Rinaldi *et al.*, (2014). Wang *et al.*, (2004), presento en sus resultados experimentados en carne de pollo que el sous vide es un método eficaz que reduce la oxidación de lípidos y, por lo tanto, extiende la vida útil de los productos cárnicos.

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, el tiempo de cocción solo no causaron ningún efecto en TBARS ($P>0.05$)

4.1.1.2. Análisis de ácidos grasos

En la Tabla 6 se muestra los resultados promedio y error estándar del perfil de ácidos grasos encontrados del total de ácidos grasos de la carne cruda (Control) tomándose como muestra los tratamientos de 2h y 4h a temperaturas de 60°C y 80°C de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante sous vide debido al efecto no significativo del tiempo de 3h en la oxidación lipídica ver ANEXO 5.1B., en el análisis de ácidos grasos se detectaron un total de 12 ácidos grasos que se pueden observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Perfil de ácidos grasos (% AG) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

ACIDOS GRASOS (AG)	Control	T1	T3	T4	T6
Ácido Mirístico C 14:0	0.62±0.01	N.D.	0.73±0.01	1.01±0.02	0.63±0.05
Ácido pentadecanoico C 15:0	N.D.	N.D.	0.14±0.01	0.42±0.001	0.22±0.04
Ácido palmítico C 16:0	27.92±0.12	16.98±0.25	22.01±0.89	15.58±0.01	12.04±0.02
Ácido palmitoleico C 16:1	N.D.	0.29±0.03	0.27±0.11	1.85±0.03	1.2±0.04
Ácido heptadecanoico C 17:0	0.14±0.01	N.D.	0.31±0.05	0.44±0.01	0.24±0.01
Ácido esteárico C 18:0	35.16±0.49	32.63±1.61	31.16±0.36	32.15±1.55	43.54±0.57
Ácido eláídico C 18:1n9t	N.D.	N.D.	0.82±0.03	N.D.	0.96±0.11
Ácido oleico C 18:1n9c	16.39±0.03	16.3±0.69	16.04±0.006	13.58±0.11	10.18±0.07
Ácido linoleico C 18:2n6c	5.49±0.26	4.42±0.25	3.85±0.1	4.28±0.11	3.88±0.02
Ácido araquídico C 20:0	N.D.	N.D.	1.86±0.03	0.75±0.06	0.54±0.09
Ácido eicosenoico C 20:1n9c	2.31±0.14	1.46±1.22	1.24±1.39	2.86±0.01	3.12±0.01
Ácido linolénico C18:3n3c	0.33±0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ácido behénico C22:0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ΣSFA	63.83±0.62	49.61±1.86	56.2±1.29	50.33±1.57	57.19±0.51
ΣMUFA	18.7±0.17	18.04±0.57	17.55±1.51	18.29±0.08	14.49±0.11
ΣPUFA	5.81±0.27	4.42±0.25	3.85±0.1	4.28±0.11	3.88±0.02

Leyenda: Control: carne cruda; T1: 60°C/2h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h; T6: 80°C/4h

N.D.: No Detectado.

Los AG predominantes en la grasa de carne cruda de alpaca (*Vicugna pacos*) fueron ácido esteárico C18:0 (35.16%), ácido palmítico C16:0 (27.92%) y ácido oleico



C18:1n9c (16.39%). Según Salvá *et al.* (2009) y Oyagüe (2010); los principales ácido grasos en el perfil de ácidos grasos de alpacas es C18:1 n-9, seguido por C16:0 y C18:0. El perfil de ácidos grasos es influenciado por la nutrición, la edad, el género, diferencias entre especies y el corte del camal (Lefaucheur, 2010; Pannier *et al.*, 2010; Brugiapaglia *et al.*, 2014; Nian *et al.*, 2018).

Vaudagna *et al.*, (2002), indica que la exposición de la carne a altas temperaturas juegan un rol importante en los ácidos grasos poliinsaturados durante la oxidación de la carne.

En el ANEXO 4.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del ácido graso palmítico (C16:0), donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y la interacción entre ambas; mostrando que el ácido palmítico C16:0 disminuyó en los tratamientos T4 y T6 con mayor temperatura y tiempo. De acuerdo a Campo *et al.*, (2013) indico que la cocción bajo sous vide disminuyó el C16:0 en grasa extraída de la carne de cordero. En el anexo 4.2 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del ácido graso esteárico (C 18:0), donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y la interacción entre ambas; donde se observó que aumento a mayor temperatura y tiempo, en el tratamiento T6. También se informaron aumentos en C18:0 para la carne de res cocida (Alfaia *et al.*, 2010). Esos cambios en la carne podrían explicarse por el hecho de que los SFA están representados en gran medida en lípidos neutros y son propensos a la migración (Juárez *et al.*, 2010).

En el ANEXO 4.3 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del ácido oleico (C18:1n9c), donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y la interacción entre ambas, donde se



observó que a mayor temperatura y tiempo disminuyó, en el tratamiento T6, esto concuerda con los resultados de Alfaia *et al.*, (2010) en carne de res cocida en microondas.

En el ANEXO 4.4 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del ácido linoleico C18:2n6c, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en el tiempo; mostrando que a mayores tiempos, disminuyó, en el tratamiento T3 y T4, (Rasinka, 2019) la carne tratada por el método sous vide, disminuyó en un 2%, esto podría deberse a los tiempos de cocción altos.

En el ANEXO 4.5 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del valor SFA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y la interacción entre ambas, mostrando que a menor temperatura y tiempo disminuyó en el T1; Gerber *et al.*, (2009) también encontró una disminución en la proporción de SFA.

En el ANEXO 4.6 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del valor MUFA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$), en la temperatura y la interacción entre ambas; presenciando una mayor cantidad de MUFA a menor temperatura, en el tratamiento T1, Alfaia *et al.*, (2010), quienes informaron un aumento en el contenido de MUFA en la carne de res después de la cocción.

En el ANEXO 4.7 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA del valor PUFA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$), en la temperatura y la interacción entre ambas; presenciando una mayor cantidad en el T1, en los tratamientos sous vide, el proceso de oxidación fue limitado debido a la evacuación de oxígeno durante el proceso de envasado al vacío. (Rasinka,



2019) Esto podría evitar la oxidación de FA, especialmente PUFA, y, por lo tanto, su proporción después del tratamiento de sous vide no disminuyó.

4.1.2. Análisis fisicoquímico:

4.1.2.1. Análisis de la humedad

En la Tabla 7 se presenta los resultados promedio y error estándar del porcentaje de humedad de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide, los valores se encontraron de 61.98 a 71.08 porcentaje de humedad.

Tabla 7. Contenido de humedad (%) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	Humedad (%)
Control	71.08±1.79
T1	67.05±1.28
T2	69.31±0.54
T3	65.34±0.25
T4	62.24±0.59
T5	64.49±2.18
T6	61.98±1.03

Leyenda: Control: Carne cruda; T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h; T5: 80°C/3h.; T6: 80°C/4h.



El contenido de humedad que se determinó en carne de alpaca fresca, es 71.08%. Fernandez (2011), informó 71.20% de humedad, Indicando que la humedad determinada es similar a los valores reportados por dicho autor.

En el ANEXO 6.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura y tiempo, mientras que en la interacción de ambas no tuvo un efecto significativo ($P > 0.05$). Los tratamientos T1, T2, T3 coccionados a 60°C presentaron valores mayores (65.34 – 69.31)%, mostrando que a medida que aumenta la temperatura de cocinado, disminuye la humedad de carne de alpaca (*Vicugna pacos*), la temperatura de cocción disminuyó la humedad de la carne de alpaca, estos resultados estuvieron de acuerdo con los reportados por (Vaudagna *et al.*, 2002; Palka 2003; García-Segovia *et al.*, 2007) para carne vacuno o los obtenidos por Chiavaro *et al.*, (2011) & Sanchez *et al.*, (2012) para carne de cerdo.

Según la investigación de Ayub & Ahmad, (2019), las altas temperaturas provocan una mayor pérdida de humedad. En hígado crudo, la humedad es del 69.7% que disminuyó al 67.3%, después de someterse a la cocción por *sous vide*, provocó una pérdida de 2% (Belibagli & Ersan, 2018), la pérdida de cocción también está relacionada con la jugosidad del producto cárnico (Kerr *et al.*, 2005). El calentamiento favorece la fácil liberación de agua de la carne durante la cocción (Sanchez *et al.*, 2012). Perez-Palacios *et al.*, (2019), indicó que la pérdida de humedad tratada con *sous vide* fue causada por la desnaturalización del tropocolágeno, asociada a la contracción del tejido conectivo a 68°C.

El tiempo de cocción a 3 horas en las diferentes temperaturas varió, el aumento de la temperatura de la carne de alpaca cocinada hasta 80°C a más conduciría a mayores

pérdidas de cocción que mantener tiempos prolongados a 60°C, lo cual concuerda con Myhrvold *et al.*, (2011)

4.1.2.2. Análisis de actividad de agua (a_w)

En la Tabla 8 se presenta los resultados promedio y error estándar de actividad de agua (a_w) de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) los valores se encontraron de 0.9891 a 0.9915.

Tabla 8. Análisis de actividad de agua (a_w) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	a_w
Control	0.9917±0.0002
T1	0.9897±0.0012
T2	0.9895±0.0012
T3	0.9891±0.001
T4	0.991±0.0006
T5	0.9915±0.0008
T6	0.9914±0.0001

Leyenda: Control: Carne cruda; T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h; T5: 80°C/3h.; T6: 80°C/4h

En el ANEXO 7.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$), en la temperatura, por otro lado el tiempo y la interacción entre ambas no se encontró significancia ($P > 0.05$), los tratamientos T4, T5 y T6 a 80°C fueron mayores y los tratamientos T1, T2 y T3 a 60°C presentaron valores menores, donde la a_w aumentó a medida que la temperatura de cocción se elevó.

Diaz *et al.*, (2008), mostró en sus resultados que no tuvo cambios notables en la a_w , en la carne de lomo de cerdo procesada mediante sous vide a 70°C/12h obteniendo en actividad de agua 0.92. Diaz *et al.*, (2011), encontraron valores de a_w de 0.92 en salmón sous vide a 80°C/45 min.

Según Shengqian *et al.*, (2017), la actividad del agua tuvo un cambio significativamente menor en todos los tratamientos, solo disminuyó menos de 0.01 unidades tal como se indica los valores de la a_w de los tratamientos en la Tabla 8.

4.1.2.3. Análisis del pH

En la Tabla 9 se muestra los resultados promedio y error estándar del pH de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide los valores se encontraron desde 6.01 a 6.17.

Tabla 9. Análisis del pH de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	pH
Control	6.01±0.02
T1	6.06±0.02
T2	6.11±0.01
T3	6.16±0.01
T4	6.12±0.01
T5	6.15±0.02
T6	6.17±0.01

Leyenda: Control: Carne cruda; T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h; T5: 80°C/3h.; T6: 80°C/4h

En el ANEXO 8.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la



temperatura y tiempo de cocción, por otro lado la interacción entre ambas se observa un efecto no significativo ($P > 0.05$). Se puede observar que a mayor tiempo de cocción (4h) aumenta el pH, siendo los valores más altos los tratamientos T3 y T6 (6.16 -6.17) respectivamente. Naveena *et al.*, (2017), encontró que los valores de pH de la carne de pollo cocida bajo sous vide a 100°C durante 120 min eran más altos que los del pollo cocido durante 30 y 60 min. Biyikli *et al.*, (2020), mostró un resultado parecido en chuleta de pavo con una tendencia a aumentar frente a la temperatura y tiempo.

A mayor temperatura 80°C los tratamientos T4, T5 y T6 muestra valores significativamente mayores. Los tratamientos aplicados a la carne de alpaca (*Vicugna pacos*) provocó un aumento significativo del pH. Diaz *et al.*, (2008) mostro un pH de 5.75 de lomo de cerdo mediante sous vide a 70°C/12h. Shengqian *et al.*, (2017), indica que la coccion bajo sous vide incrementa el pH.

Tellez, (1992), indica que el incremento de pH podría ser causado por una reducción de la disponibilidad de grupos carboxilos de las proteínas. Oz & Seyyar (2016), indica que el aumento del pH se debe a la ruptura de enlaces que involucran diferentes grupos sulfhidrilo e hidroxilo, que se encuentran a mayores temperaturas. Resultando principalmente el cambio del pH afectado por la temperatura.

4.1.2.4. Textura

En la Tabla 10 se muestra los resultados promedio y error estándar de la textura de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide los valores se encontraron desde 16.25 N a 24.59 N.

Tabla 10. Análisis de Textura (N) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	TEXTURA (fuerza de corte N)
Control	24.59±2.69
T1	19.6±2.09
T2	22.25±12.5
T3	24.25±1.67
T4	16.25±2.59
T5	17.04±2.7
T6	17.05±2.16

Leyenda: Control: Carne cruda; T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h.; T5: 80°C/3h.; T6: 80°C/4h

En el ANEXO 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 la temperatura, mientras que en el tiempo y la interacción de ambas se observa un efecto no significativo ($P > 0.05$), donde los tratamientos T4, T5 y T6 a una temperatura de 80°C presentaron un fuerza de corte menor (16.25N- 17.05N). La temperatura es crítica por que provoca un cambio en la textura de los productos cárnicos debido a la desnaturalización en la estructura de las proteínas (Zielbauer *et al.*, 2016)

En la Tabla 10 se observa en los tratamientos T4, T5 y T6 que a mayor temperatura la fuerza de corte de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*) es menor.

La temperatura a 70°C a 80°C permite que estos cambios de textura alcancen su máximo (Doughikollae, 2012). Se observa un cambio máximo en la textura entre las temperaturas de cocción de 70°C y 80°C (Ayub & Ahmad, 2019). Estudios recientes han demostrado que realizar cocción mediante sous vide a 60 °C disminuye la pérdida

de cocción, la fuerza de corte, la dureza y la masticación de la carne y mejora la apariencia en comparación con el proceso realizado a 70 °C (Botinestean *et al.*, 2016).

4.1.2.5. Determinación del color

En la tabla 11 se presenta los resultados promedio y error estándar del color de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

En donde L mide el brillo de la superficie, a* representa la intensidad del color rojo-verde y b* la intensidad del color amarillo-azul.

Tabla 11. Color de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	COLOR		
	L +	a +	b +
Control	35.37±0.67	16.7±0.95	2.87±0.7
T1	50.93±0.78	16.03±0.78	6.5±0.36
T2	52.63±0.42	15.43±1.21	6.13±1.14
T3	65.63±0.15	12.73±0.51	8.23±0.42
T4	58.53±0.51	12.23±0.42	7.93±0.15
T5	57.7±0.1	11.3±0.1	8.77±0.7
T6	64.93±1.31	10.87±0.67	9.97±0.6

Leyenda: Control: Carne cruda; T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h; T5: 80°C/3h.; T6: 80°C/4h

Smith *et al.*, (2019) indicó que el valor para L en carne cruda de alpaca fue de 33.4, el parámetro a* 15.5 y el parámetro b* 14.0. Salva *et al.*, (2009), indico 36.17 ± 2.12 (L) en el musculo de alpaca *Longissimus dorsi.*, el parámetro a* 15.05 ± 1.44 y el parámetro b* 1.16 ± 2.30. Analizando la carne cruda de alpaca se encuentran dentro de



los valores mencionados los parámetros L y a^* , por otro lado el parámetro b^* varia, no hay una explicación exacta para esta variación, lo que podría resultar en que la carne de alpaca tenga un color característico.

En el ANEXO 10.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA para L , donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y su interacción. Mostrando que a mayor temperatura y tiempo, se obtiene mayores valores en los tratamientos T3 y T6. De acuerdo a otros autores, han detectado valores de L^* más altos con temperaturas crecientes (García *et al.*, 2007; Christensen *et al.*, 2011; Jeong *et al.*, 2018), debido a un mayor contenido de humedad en la carne cocinada a temperaturas bajas, que permitiría una penetración más profunda de la luz en el tejido y produciría una apariencia de carne más oscura (Bojarska *et al.*, 2003), la desnaturalización y agregación de proteínas incrementa con la temperatura, lo que resulta en un aumento del brillo (Christensen *et al.*, 2011; Parang *et al.*, 2011).

En el ANEXO 10.2 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA para a^* , donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura. Mostrando que a bajas temperaturas, en los tratamientos T1, T2 y T3, fue mayor el parámetro a^* . La intensidad del parámetro a^* de la carne cocida está inversamente relacionada con el grado de mioglobina desnaturalizada. Dicho proceso tiene lugar entre 55°C y 65°C , aunque continúa hasta 75°C u 80°C (King & Whyte, 2006). Roldan *et al.*, (2013) también indicó que en lomo de cordero se vio significativamente afectado por la temperatura de cocción, mostrando un color rojo más intenso a 60°C que aquellas cocinado a 70°C y 80°C . Esta pérdida de enrojecimiento con el aumento de temperatura de cocción estuvo de acuerdo con los resultados obtenidos por García-Segovia *et al.*, (2007) en muestras de carne de res. Los cambios



de color en el parámetro a^* están asociados con la desnaturalización de la mioglobina (Vaudagna *et al.*, 2008; Oz *et al.*, 2017).

En el ANEXO 10.3 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA para b^* , donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura y tiempo. Mostrando que a mayor temperatura se presenta valores mayores para b^* , Otros autores (García-Segovia *et al.*, 2007; Christensen *et al.*, 2011; Roldan, 2013) también han detectado valores b^* más altos como consecuencia del aumento de las temperaturas de cocción al vacío. Esto se debió probablemente a la formación de metamioglobina y a una mayor desnaturalización por calor de esta proteína, dando lugar a un color marrón. Otro factor según Croptova *et al.*, (2020), es la acumulación de productos de oxidación de lípidos, particularmente productos de oxidación secundaria, y su interacción con aminoácidos libres asociado con el aumento del parámetro b^* .

4.1.3. Análisis microbiológico

En la Tabla 12 se presenta los resultados promedio y error estándar del recuento microbiológico de Bacterias aerobias mesofilas, bacterias ácido lácticas y Coliformes fecales de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*).

Tabla 12. Recuento microbiológico de Bacterias aerobias mesofilas, Bacterias ácido lácticas y Coliformes fecales (log UFC/g) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.

Tratamiento	Baterías aerobias mesofilas Log UFC/g	Bacterias ácido lácticas Log UFC/g	Coliformes fecales Log UFC/g
Control	3.73±0.01	1.52±0.05	0
T1	2.99±0.01	1.08±0.07	0
T2	2.96±0.01	0.94±0.19	0
T3	2.91±0.01	0.84±0.21	0
T4	2.95±0.02	0.76±0.15	0
T5	2.84±0.02	0.46±0.28	0
T6	2.76±0.03	0.4±0.17	0

Leyenda: Control: Carne cruda; T2: 60°C/2h.; T3: 60°C/3h.; T4: 60°C/4h.; T5: 80°C/2h; T6: 80°C/3h.; T7: 80°C/4h

Donde encontramos todos los valores para los microorganismos que hace referencia la NTS 071 del MINSA son menores al patrón estándar lo que indica que es apto para consumo humano, no tiene riesgo, implicando un nivel adecuado de higiene en el proceso, la aplicación de las BPM, entre otros.

También se observa la relación inversamente proporcional de Log UFC/g con respecto al tiempo y temperatura de tratamiento, es decir cuanto mayor es la temperatura y el tiempo de tratamiento, el Log UFC/g disminuye y viceversa; esto lo comprueba Roldán *et al.*, (2013) realizando una combinación de tiempo y temperatura en cocción sous vide, mostrando que la interacción de tiempo y temperatura produce una reducción dramática de la población microbiana, incluso con el tratamiento menos intenso.



En el ANEXO 11.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para las Bacterias aerobias mesofilas se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura, tiempo y la interacción de ambas. Recuentos de 10^6 ufc/g de microorganismos mesófilos suele ser el valor umbral utilizado como criterio microbiológico de muchos alimentos (García-Gimeno & Zurera-Cosano, 1997). Shakila *et al.*, (2009) & Can (2011), han informado de reducciones en los recuentos de bacterias mesofilas y psicotroficas en pescado mediante sous vide de hasta 3 log UFC/g en relación con la materia prima.

Además la carne cumple con la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, que delimita $10^5 - 10^7$ UFC/g. Según Jang & lee, (2005), la tecnología sous vide favorece la inhibición microbiana

En el ANEXO 12.1 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para las Bacterias ácido lácticas se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la temperatura y tiempo. Los resultados del recuento microbiológico de las bacterias ácido lácticas realizadas en diluciones 10^{-2} , donde se observó que se inhibían a medida que aumentaba la temperatura 1.52 a 0.4 log UFC/g. Diaz *et al.* (2008), encontró en bacterias ácido lácticas en recuento de 2 log UFC/g en lomo de cerdo cocido mediante sous vide a $70^{\circ}\text{C}/12\text{h}$.

Además Roldán *et. al* (2013) mostró un descenso de 3.3 a < 1 log UFC/g en lomos de cordero sin y con tratamiento respectivamente, llegando a cantidades imperceptibles para ser medidas en todos sus tratamientos a diferentes rangos de tiempo y temperatura, muy similar a lo que ocurre en los tratamientos analizados que



disminuyeron de 1.52 ± 0.05 log UFC/g a 0.04 log UFC/g. Mostrando que esta tecnología confiable de reducción de bacterias ácido lácticas.

Los resultados del recuento microbiológico de Coliformes fecales donde se hizo diluciones 10^{-1} y 10^{-2} fueron no determinados ya que se encontró ausencia de coliformes fecales. Suarez (2001), menciona que la coliformes fecales, pertenece al grupo de las bacterias indicadoras de contaminación fecal, no existe un indicador universal, por lo que los especialistas seleccionan el apropiado para una situación específica. Entonces los tratamientos la muestra Control, fueron procesados higiénicamente y no hubo contaminación fecal, por lo tanto es apto para el consumo humano. (Sebastia *et al.*, 2009), indica que para los productos cárnicos en conserva, coliformes fecales es el mejor microorganismo indicador para el tratamiento térmico, ya que es el que tiene más calor resistente entre bacterias vegetativas potencialmente dañinas. Shin, *et al.*, (2010) indico en su análisis microbiológico que las coliformes, E. coli donde no se detectaron.

4.2. Evaluar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura de cocción de carne de alpaca (*vicugna pacos*) mediante la tecnología sous vide en la evaluación sensorial.

4.2.1. Análisis sensorial

Para evaluar los atributos sensoriales se realizaron seis tratamientos a diferentes temperaturas y tiempos. Los resultados se muestran en la Figura 3.

En la Tabla 13 se presenta los resultados promedio y error estándar del análisis sensorial (Apariencia general, sabor, textura y jugosidad) de los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*).

Tabla 13. Análisis sensorial de carne de alpaca (*Vicugna Pacos*) procesada mediante sous vide.

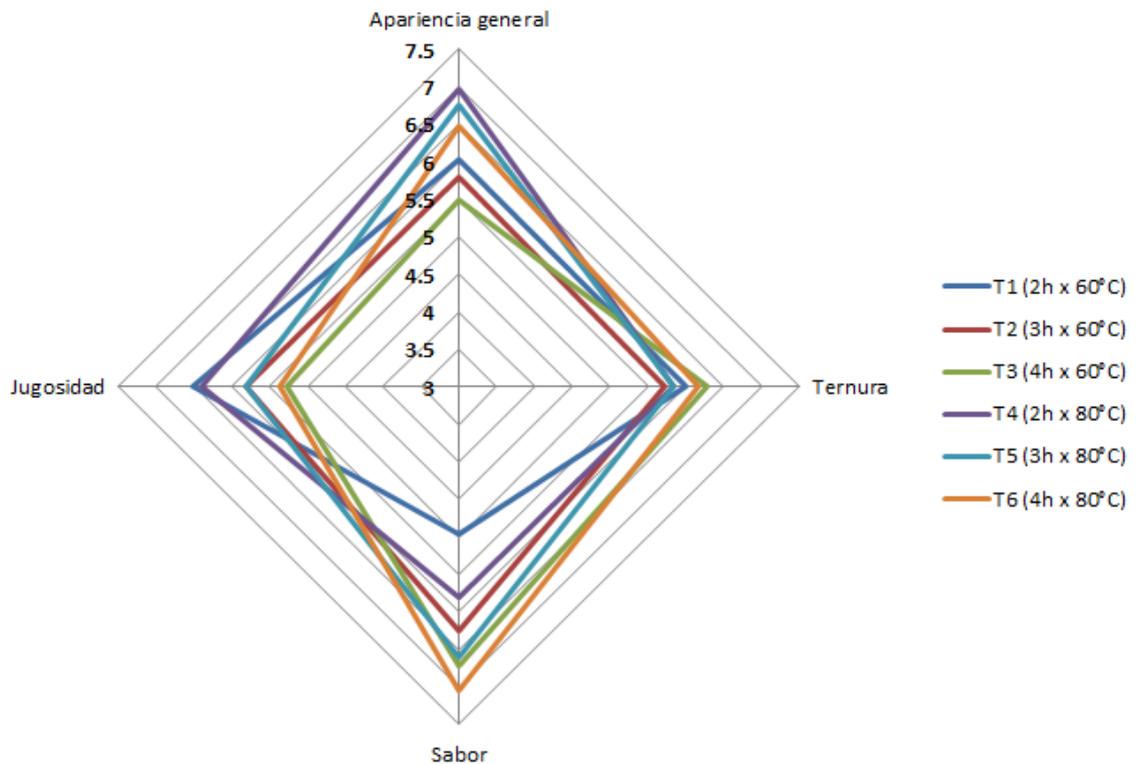
Tratamientos	Apariencia general	Sabor	Ternura	Jugosidad
T1	6.04±1.84	5.6±1.83	6±1.91	6.52±1.45
T2	5.8±1.68	5.4±1.76	5.72±1.54	5.8±1.19
T3	5.48±2.24	5.44±1.76	6.28±1.34	5.28±1.37
T4	6.96±1.17	6.68±1.49	5.84±1.55	6.4±1.32
T5	6.76±1.2	6.48±1.64	5.84±1.7	5.8±1.26
T6	6.48±1.5	6.76±1.09	6.16±1.8	5.36±1.25

Leyenda: T1: 60°C/2h.; T2: 60°C/3h.; T3: 60°C/4h.; T4: 80°C/2h; T5: 80°C/3h.;

T6: 80°C/4h.

En la Figura 3 se presenta los resultados del análisis sensorial efectuado a los tratamientos el primer día, donde se observa los parámetros medidos como apariencia general, sabor, ternura y jugosidad donde la medida escalar fue de 1 a 9 esta medida se encuentra descrita en la ficha sensorial descriptiva (ver ANEXO 2).

Figura 3. Perfil sensorial de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide.



De acuerdo a la ficha de evaluación sensorial descriptiva de carne de alpaca. En el ANEXO 13 se muestra los resultados obtenidos para la apariencia general en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos. En la Figura 3 se puede observar que el mejor tratamiento en apariencia general es el tratamiento T4 (6.96) a 80°C dentro del rango moderadamente aceptable. En la Tabla 13 indica que se se obtuvo mayores valores en los tratamientos T4, T5 y T6 sometidos a mayor temperatura. La apariencia general se relaciona con la capacidad de retención de agua en carne de alpaca (Cristifanelli *et al.*, 2004). Su alteración puede ser causado por la oxidación, desnaturalización de las proteínas y la reacción Maillard (Del Pulgar *et al.*, 2012; Oz & Seyyar, 2016). La carne



coccionada bajo sous vide se deterioró durante su exposición al oxígeno debido al oscurecimiento externo (Díaz *et al.*, 2008).

En el ANEXO 14 se muestra los resultados obtenidos para el sabor en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos. La Figura 3 muestra que el mejor tratamiento en sabor fue T6 (6.76) 7 = me gusto moderadamente. En la Tabla 13 se puede apreciar que los tratamientos T4, T5 y T6 sometidos a mayor temperatura obtuvieron mejor calificación. Los sabores se desarrollan por encima de los 70°C debido a la formación de los compuestos volátiles, indicando que la cocción al vacío presenta menos sabor, a medida que aumenta la temperatura, los compuestos volátiles comienzan a formarse (Ayub & Ahmad, 2019). Díaz (2009), indicó que el crecimiento microbiano y las reacciones químicas producen olores y sabores desagradables que determinan la aceptación y vida comercial de los alimentos. En las especies comunes de carne roja, este cambio en el color de la superficie durante la exhibición se ha relacionado con un menor atractivo para el consumidor. Campo *et al.*, (2006), encontraron una relación significativa en los valores TBARS y la percepción de rancidez de la carne. Resconi *et al.*, (2018), reportaron la relación entre el sabor de la carne cocida de res bajo sous vide y los valores TBARS, indicando que la reducción de la intensidad de sabor es debido a la oxidación.

En el ANEXO 15 se muestra los resultados obtenidos para la ternura en la prueba estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente no significativo ($P > 0.05$) en los tratamientos. En la Figura 3 se puede observar que el mejor tratamiento en ternura fue T3 (6.28) en el rango de ligeramente a moderadamente tierno. En la Tabla 13 se puede observar que los tratamientos a menor temperatura obtuvieron mejores umbrales de calificación, siendo el T3 y T6 (4h) los más altos en calificación. En el ANEXO 16 se muestra los resultados obtenidos para la jugosidad en la prueba



estadística ANVA, donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos. En la Figura 3 se puede observar que el mejor tratamiento es T1 (6.52) en el rango moderadamente jugoso. En la Tabla 13 se puede apreciar que los tratamientos sometidos a tiempos de 2h, T1 y T4 obtuvieron las puntuaciones más altas.

La jugosidad y ternura de la carne están muy asociadas, la técnica de tiempo prolongado a baja temperatura hace que la carne se vuelva más tierna, aunque reduce la jugosidad de la carne roja, mientras que la carne se vuelve más jugosa al reducir el tiempo de cocción (Dominguez *et al.*, 2018). Se pudo observar que a tiempos prolongados se redujo la jugosidad y la ternura aumentó. Una desnaturalización del colágeno según (Tornberg, 2005; Nikmaram *et al.*, 2011). Zielbauer *et al.*, (2016), indica que las temperaturas más altas que se utilizaron conducirían a la pérdida de más jugo de carne y al acogimiento hacia arriba de la carne. Según los autores citados, los resultados se asemejan con la descripción, indicando la causa de puntuación los umbrales de jugosidad y ternura.

Según Hargreaves & Peña (2005) coincide en que la ternura depende de la edad del animal, ya que los animales jóvenes tienen una carne más jugosa pero con deficiencia de grasa que el consumidor, luego de un tiempo de masticado, la percibirá como seca; Por otro lado Dransfield *et al.* (1984) indicaron que la textura de la carne cocida dispone de dos componentes: la terneza y la jugosidad, mismas que explican la diferencia entre las carnes ya que carnes menos jugosas son menos tiernas; Según Coma *et al.* (1999) los factores que determinan el sabor de la carne son: el contenido de grasa en la carne y el depósito de compuestos en la grasa animal proveniente del alimento. Zielbauer *et al.*, (2016), indica que el sous vide desnaturaliza algunas proteínas selectivas dejando otras intactas permitiendo mejores cualidades en textura, jugosidad y ternura.



La masticabilidad de los músculos de carne de res cocinada a 70 y 80 °C son mayores con los de 60 °C.

Todas las evaluaciones sensoriales en todos los estudios antes mencionados se realizaron con panelistas capacitados. Los panelistas capacitados son intrínsecamente más sensibles a los rasgos organolépticos, detectando diferencias más sutiles (Ares & Varela, 2017)

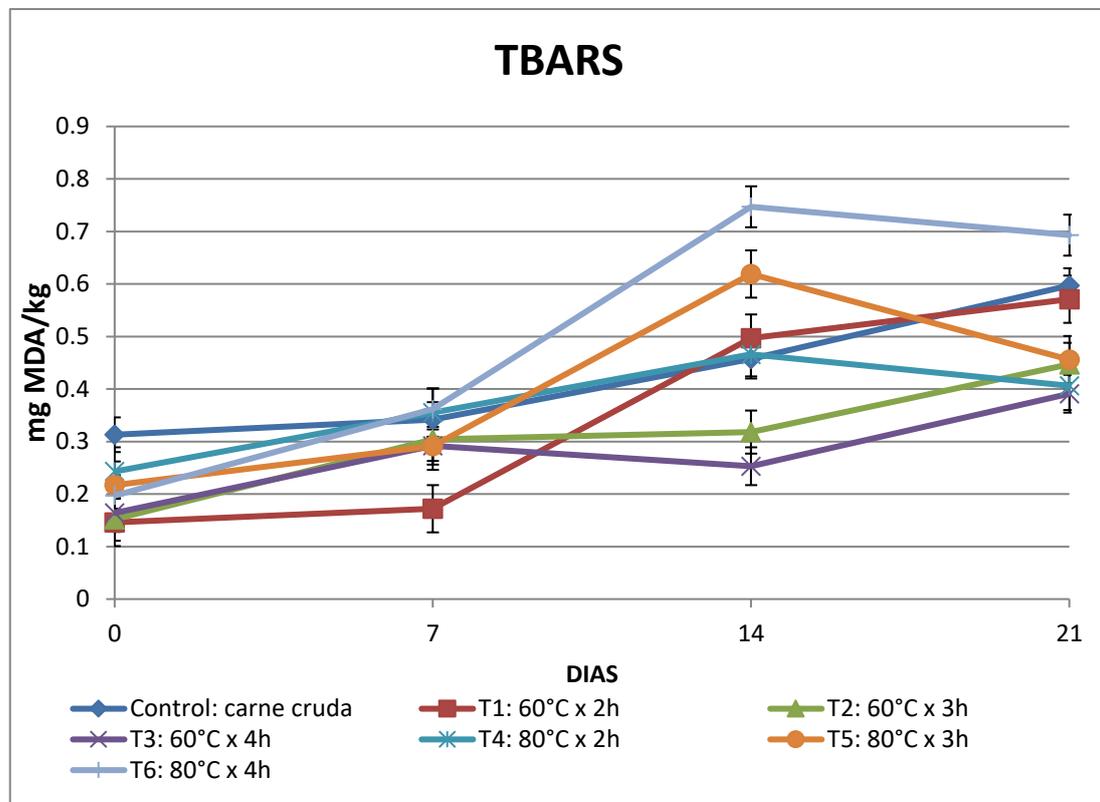
4.3. Evaluar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura de cocción de carne de alpaca (*vicugna pacos*) mediante la tecnología sous vide durante el tiempo de almacenamiento en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

4.3.1. Oxidación lipídica

4.3.1.1. TBARS

En la Figura 4 se muestra los resultados promedio de la oxidación lipídica encontrados en mg MDA/Kg de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días.

Figura 4. TBARS de la carne de alpaca (mg MDA/kg) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.



En el almacenamiento de la carne cruda de alpaca suben crecientemente estos valores siendo cercanos con los reportados por (Medina, 2014) para el mes 1, que señaló 0.33 mg MDA/ Kg de carne con vacío por congelación.

El análisis TBARS determina la formación de la oxidación lipídica, principalmente malonaldehído. En el ANEXO 5.2 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para TBARS durante el almacenamiento donde se observa un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos, tiempo de almacenamiento y su interacción, donde se pudo observar en todos los tratamientos durante el almacenamiento presentaron un incremento de TBARS, donde el T3 a una menor temperatura presentó TBARS menor en el tiempo de almacenamiento en 21 días. Se han descrito TBARS de 0.5 a 2 mg MDA/ Kg en platos a base de carne de



SV.(Grigioni *et al.*, 2000; Vaudagna *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 2004). Diaz *et al.*, (2008), indico que durante el almacenamiento del lomo de cerdo procesado mediante sous vide el TBARS aumentó en la semana 5 (0.57 MDA/Kg) antes de caer.

Según Roldan *et al.*, (2014), indica que los tratamientos a temperaturas altas, siguen subiendo un cierto grado de oxidacion durante el tiempo de almacenamiento. Wang *et al.*, (2004), presento en sus resultados experimentados en carne de pollo que el sous vide es un método eficaz que reduce la oxidación de lípidos y, por lo tanto, extiende la vida útil de los productos cárnicos. Rinaldi *et al.*, (2014), indicó que las alteraciones de TBARS causadas por los productos reactivos de oxidación que interactúan con los aminoácidos. Wang *et al.*, (2004), presento en sus resultados experimentados en carne de pollo que el sous vide es un método eficaz que reduce la oxidación de lípidos y, por lo tanto, extiende la vida útil de los productos cárnicos

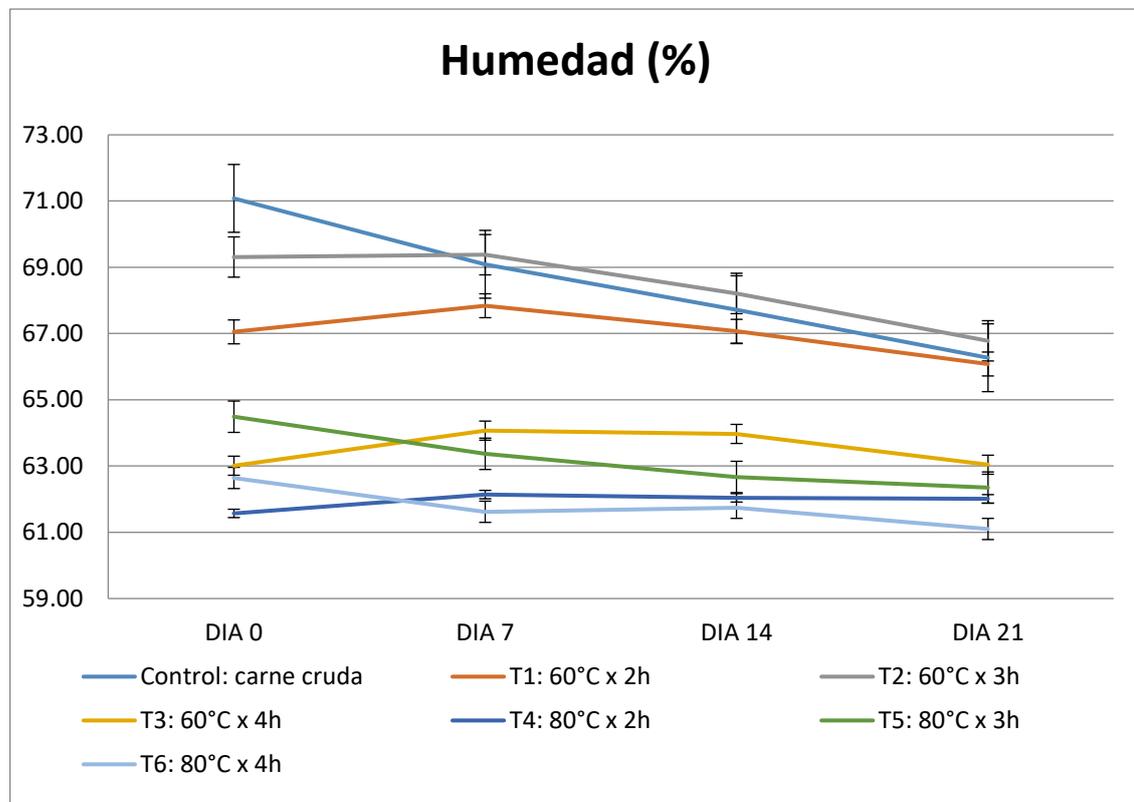
Valores por encima de 0.5 indican cierto grado de oxidación, y cuando están por encima de 1 se trata posiblemente de niveles inaceptables según (Warriss, 2000), indicando que los tratamientos se encuentran dentro de los valores aceptables.

4.3.2. Análisis fisicoquímico:

4.3.2.1. Análisis de la humedad

En la Figura 5 se presenta los resultados del porcentaje de humedad de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días.

Figura 5. Contenido de humedad (%) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento



En el ANEXO 6.2 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para TBARS durante el almacenamiento donde efecto estadísticamente no significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos, tiempo de almacenamiento y su interacción.

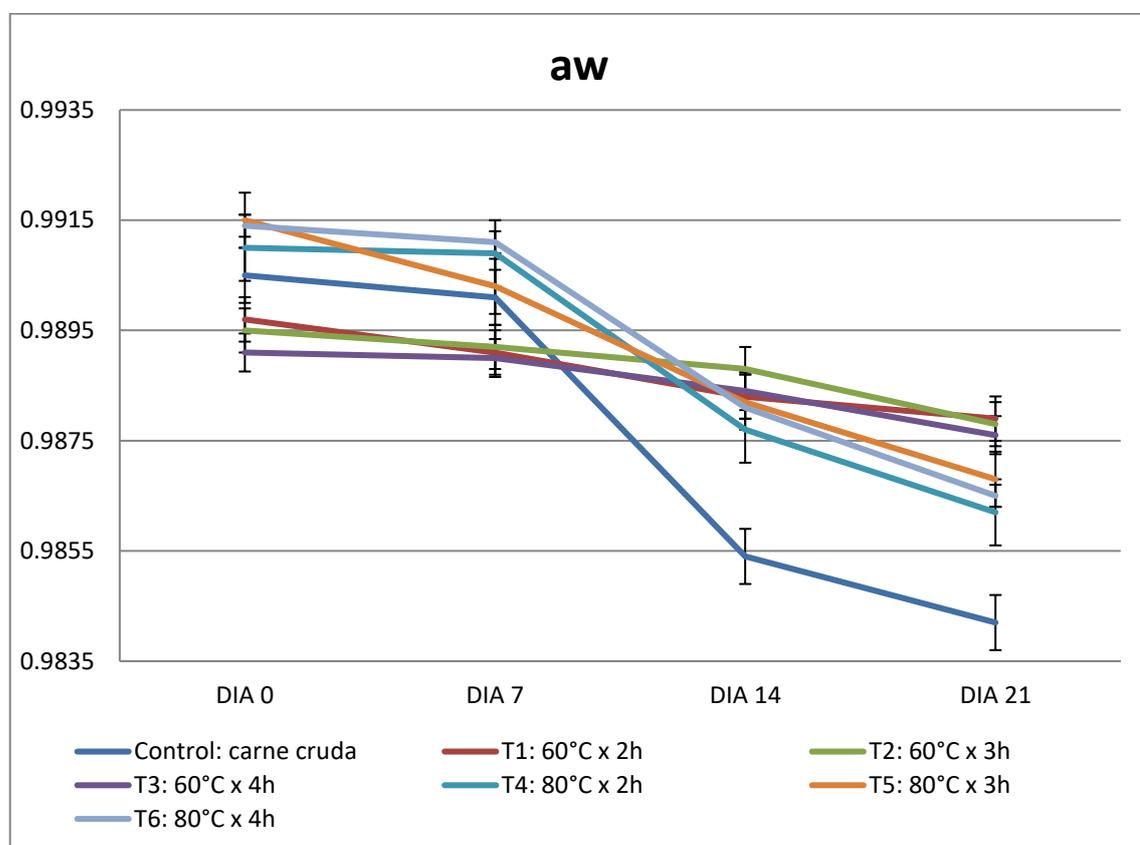
Durante el almacenamiento se pudo observar una disminución del contenido de humedad no significativa a medida que paso el tiempo de almacenamiento en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6. El contenido de agua disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa en el músculo (Forrest *et al.*, 1979; Ramos, 2008).

Según la investigación de Ayub & Ahmad, (2019) , las altas temperaturas provocan una mayor pérdida de humedad.

4.3.2.2. Análisis de actividad de agua (a_w)

En la Figura 6 se presenta los resultados de actividad de agua (a_w) de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días .

Figura 6. Actividad de agua (a_w) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.



En el ANEXO 7.2 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para actividad de agua durante el almacenamiento donde el efecto estadísticamente fue significativo ($P < 0.05$) en el tiempo de almacenamiento y su interacción. Donde a medida que pasan los días la actividad de agua disminuye para todos los tratamientos.

En la Figura 6 se pudo observar que fue mínimo el cambio de la actividad de agua durante el almacenamiento, este comportamiento también fue observado en la carne de vacuno (Shengqian *et al.*, 2017).

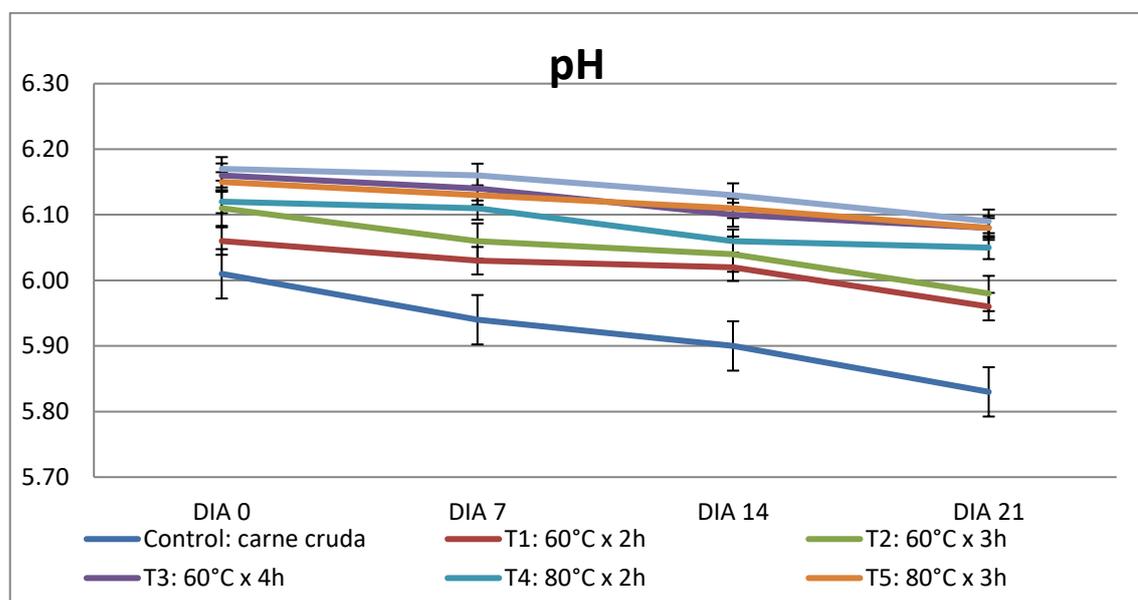
Díaz *et al.*, (2008) indica que la carne de cerdo a 70°C por 12 horas, donde a_w aumenta en la semana 5 (0.94) para luego disminuir en la semana 10 (0,93).

Galimpin *et al.*, (2007), estudiaron el efecto del almenamiento sobre la calidad de la carne de ternera cocinada por el metodo sous vide, donde observaron pequeños cambios en la actividad de agua.

4.3.2.3. Análisis del pH

En la Figura 7 se muestra los resultados de pH de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días.

Figura 7. Análisis del pH de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.





La carne de alpaca (Control) tuvo un valor promedio de 6.01 y mostro una tendencia decreciente conforme transcurrió los días hasta alcanzar un valor de 5.83, el cual estuvo comprendido entre los valores (5.62-6.52) citados por Guerrero *et al.*, (2004). Por tanto, un valor alto en el pH final (6,0 a 6,2) del músculo es el resultado de una pérdida en las reservas de glucógeno lo que impide lo conversión a ácido láctico, mientras que, un pH final menor a 5,2 es el resultado de un aumento en los niveles de glucógeno y por ende un aumento del contenido de ácido láctico (Gade 2008; Yepes & Mateus, 2012)

En el ANEXO 8.2 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para pH durante el almacenamiento donde el efecto estadísticamente fue significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos y el tiempo de almacenamiento.

Los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6, disminuyeron durante el almacenamiento, Simpson *et al.*, (1994) & Diaz *et al.*, (2011), observaron un descenso del pH, como consecuencia de la proliferación de bacterias ácidos lácticas durante el almacenamiento.

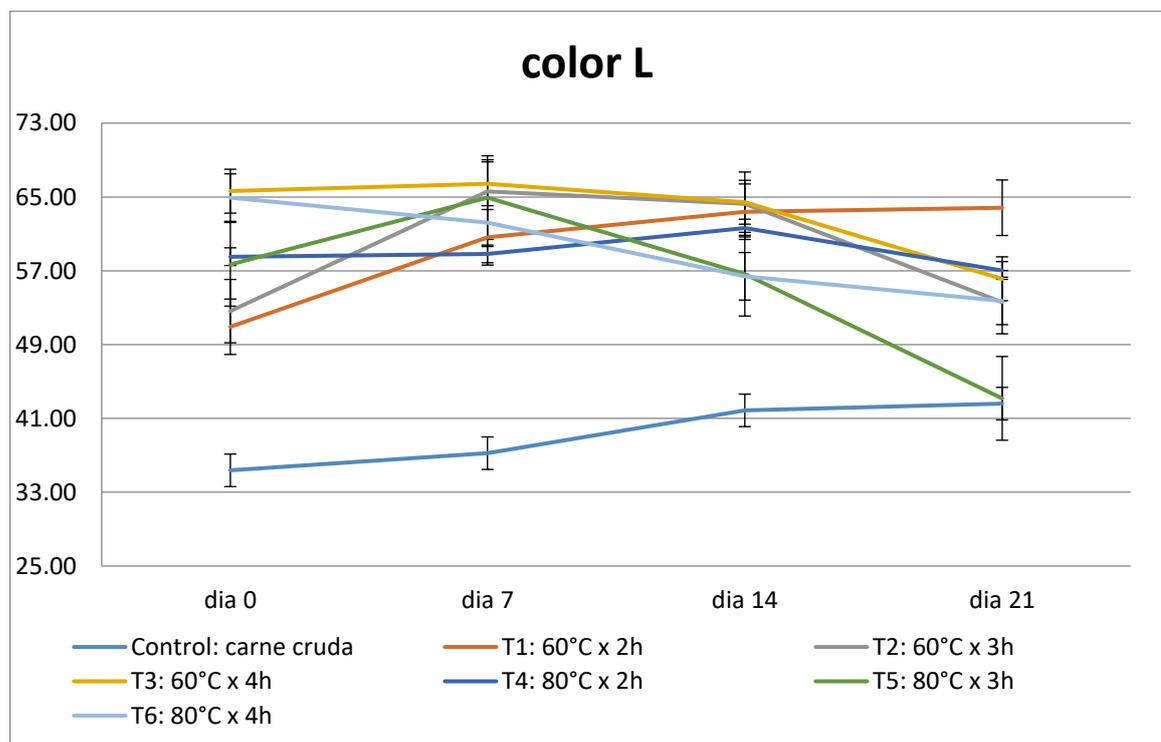
Kerr *et al.*, (2005), determinó el rango de pH de 5.4 a 6.5 en la etapa de conservación el pH de la carne aumenta durante el almacenamiento por la formación de compuestos aminados resultantes de la putrefacción por lo tanto el pH incrementa.

4.3.2.4. Determinación del Color

En las siguientes figuras 8, 9 y 10 se presenta los resultados del color de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días donde. En

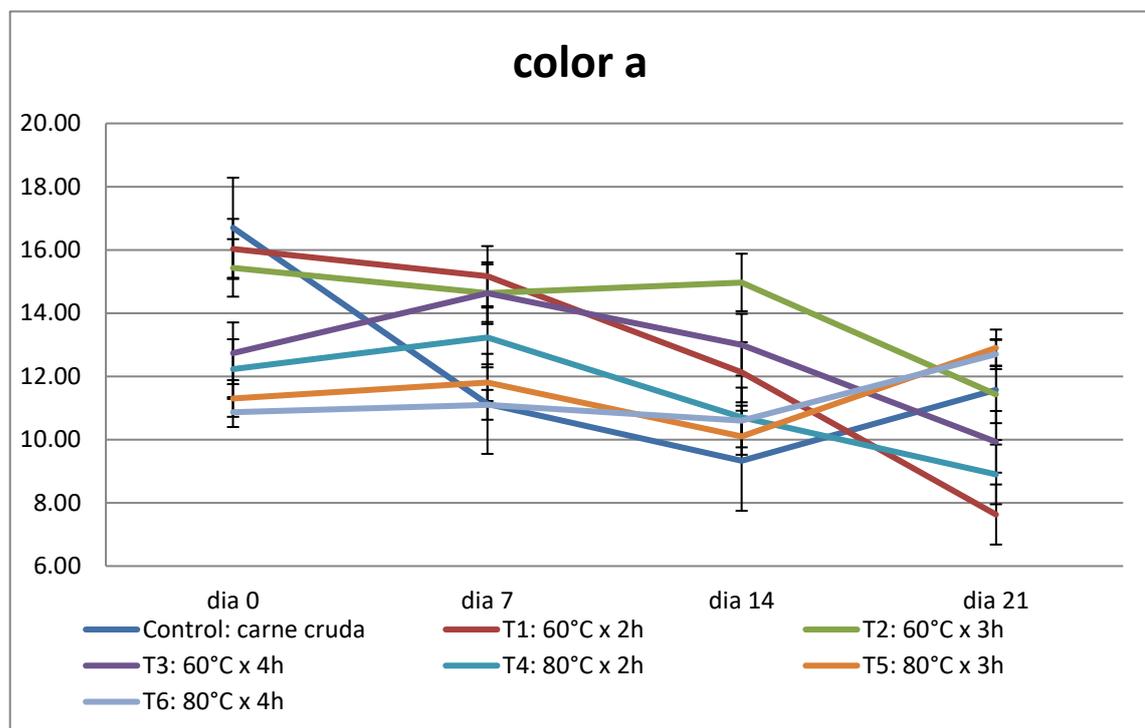
donde L mide el brillo de la superficie, a^* representa la intensidad del color rojo y b^* la intensidad del color amarillo.

Figura 8. Color L de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento



En el ANEXO 10.4 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para L durante el almacenamiento, donde el efecto es estadísticamente no significativo ($P > 0.05$) en los tratamientos y el tiempo de almacenamiento. En la Figura 8 se muestra que el T1 y T4 aumenta con el almacenamiento, mientras que los tratamientos T2, T3, T5 y T6 disminuyeron. Díaz, (2008), indicó que a medida que pasaban los días la Luminosidad aumento en valor bajo sin significancia. Debido a un mayor contenido de humedad en la carne cocinada a temperaturas bajas, que permitiría una penetración más profunda de la luz en el tejido y produciría una apariencia de carne más oscura (Bojarska *et al.*, 2003)

Figura 9. Color a^* de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento

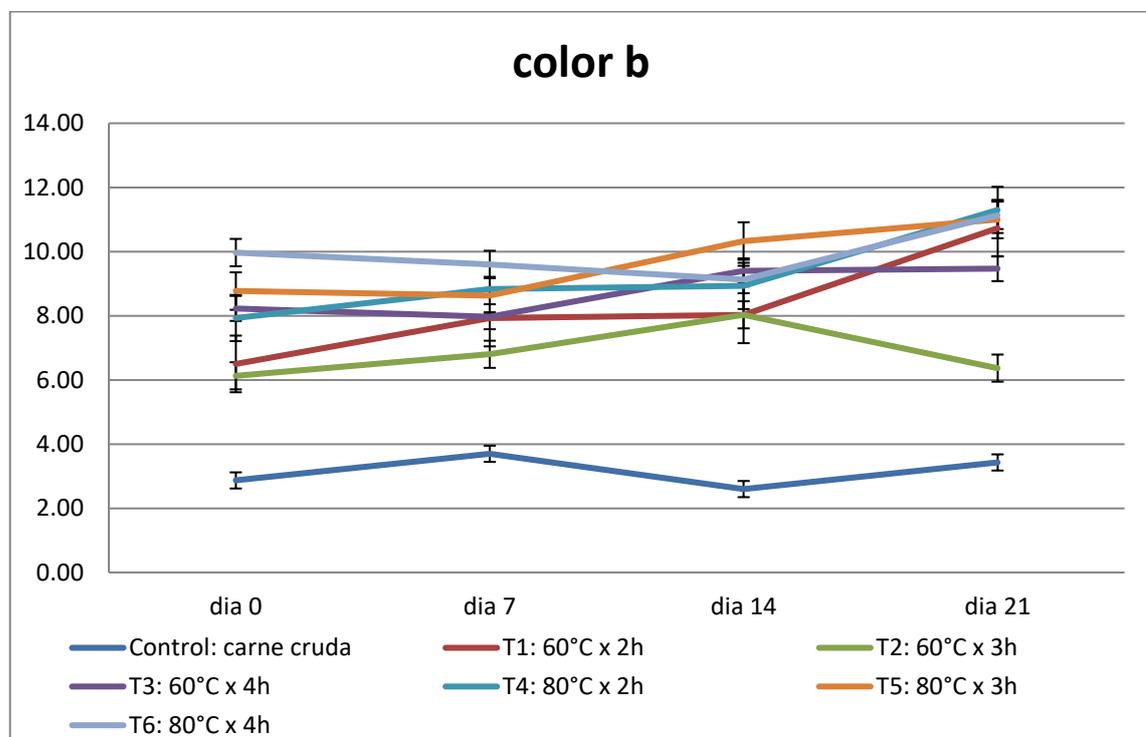


En el ANEXO 10.5 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para a^* durante el almacenamiento, donde el efecto estadísticamente fue significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos, el tiempo de almacenamiento y la interacción de ambas, indicando que todos los tratamientos en el día 14 sufren su mayor declive para luego incrementarse, los tratamientos T5 y T6 aumentaron hasta el día 21 del almacenamiento, en el caso de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 disminuyeron hasta el día 21. Díaz, (2008), indicó que a medida que pasaban los días el parámetro a^* aumento. Los cambios de color en el parámetro a^* están asociados con la desnaturalización de la mioglobina (Vaudagna *et al.*, 2008; Oz *et al.*, 2017).

La intensidad del parámetro a^* de la carne cocida está inversamente relacionada con el grado de mioglobina desnaturalizada. Lo más probable es que se deba a la formación de metamioglobina y a una mayor desnaturalización por calor de

esta proteína, dando lugar a un color marrón. La actividad de reducción de metamioglobina 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).

Figura 10. Color b* de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento



En el ANEXO 10.6 se muestra los resultados obtenidos en la prueba estadística ANVA, para b* durante el almacenamiento, donde el efecto estadísticamente fue significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos y el tiempo de almacenamiento. Donde se puede observar que T1, T3, T4, T5 y T6 aumento su valor, en el tratamiento T2 no hubo mucha diferencia en el día 21. Díaz, (2008), indicó que a medida que pasaban los días el parámetro b* aumento. Otro factor según Croptova *et al.*, (2020), es la acumulación de productos de oxidación de lípidos, particularmente productos de oxidación secundaria, y



su interacción con aminoácidos libres asociado con el aumento del parámetro b^* que se da durante el almacenamiento.

Según (Salva, 2009) el color L, a^* , b^* de carne cruda de alpaca se encuentra dentro de los rangos especificados.

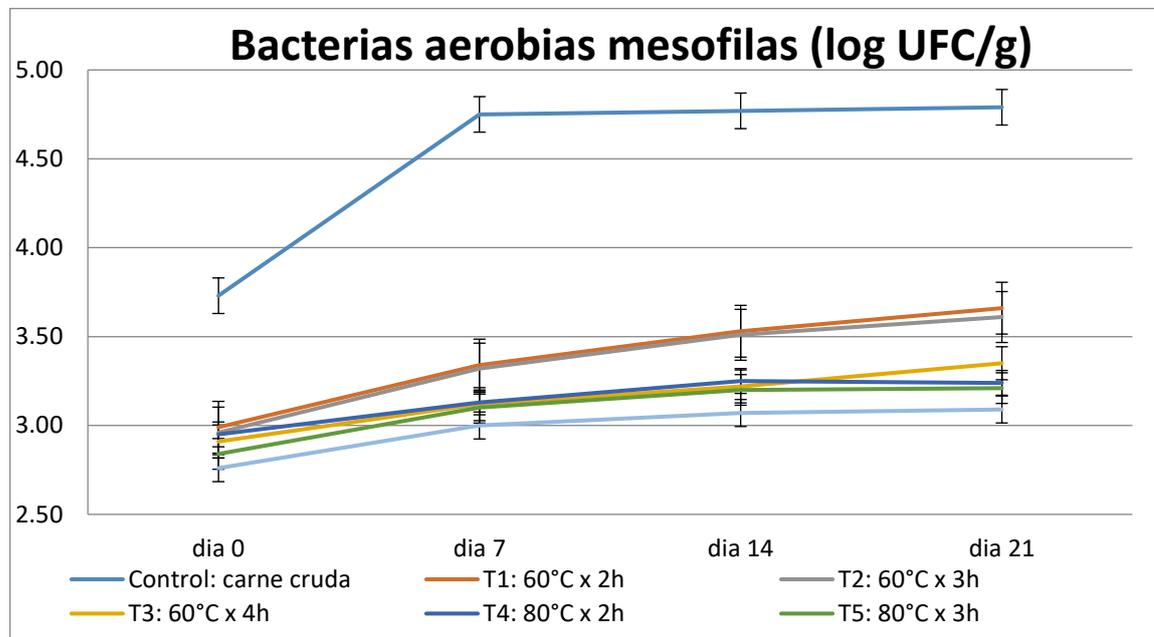
Farouk *et al.*, (2003), Coincide y señala otra alternativa a la variación de color, esto debido al aumento de la oxidación de lípidos con el tiempo. (Farouk & Swan, 1998) Añaden que se produce un aumento de los radicales libres (y pro-oxidantes) debido a la oxidación de lípidos.

4.3.3. Análisis microbiológico:

4.3.3.1. Bacterias aerobias mesofilas

En la Figura 11 se presenta los resultados del recuento microbiológico de Bacterias aerobias mesofilas de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días donde se aprecia una diferencia significativa (ANEXO 11.2).

Figura 11. Recuento microbiológico de Bacterias aerobias mesofilas (log UFC/g) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.



Se puede observar en la Figura 11 que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento aumenta las bacterias aerobias mesofilas. Los resultados del análisis microbiológico de la muestra control y tratamientos envasados al vacío bajo cocción sous vide, donde encontramos que todos los valores para los microorganismos que hace referencia la NTS 071 del MINSA son menores al patrón estándar lo que indica que es apto para consumo humano, no tiene riesgo, implica un nivel adecuado de higiene en el proceso, la aplicación de las BPM entre otros. Carreño (2007) & Shengqian *et al.*, (2017), menciona que el deterioro microbiológico en el conocimiento de la velocidad del crecimiento de los microbios está en función de las condiciones ambientales y así la previsión de la vida en anaquel, al respecto.

En la Figura 11 se aprecia diferencia significativa con respecto a log UFC/g de bacterias aeróbicas mesófilas para todos los tratamientos ($P > 0.05$), esto difiere con Bongiorno *et al.* (2017), que para bacterias mesófilas en carne no presenta diferencias

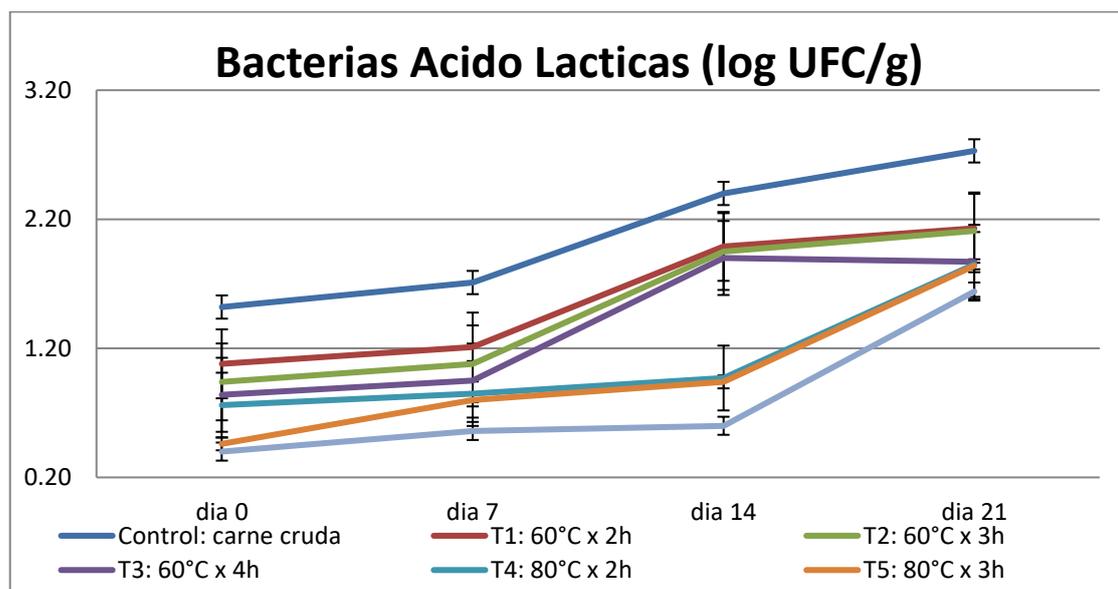
significativas hasta el día 7 de almacenamiento, considerando esto por la temperatura de almacenamiento a -3°C .

Wang *et al.* (2004), sin embargo, muestra diferencias significativas en almacenamiento a 2°C a partir de la primera semana siendo el tratamiento a 75°C que presenta mayor crecimiento bacteriano que el tratado a 90°C , con diferencia significativa en tratamientos a partir de la 3^{ra} semana.

4.3.3.2. Bacterias Acido Lácticas

En la Figura 12 se presenta los resultados del recuento microbiológico de Bacterias Acido Lácticas de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días donde se aprecia una diferencia significativa (ANEXO 12.2)

Figura 12. Recuento microbiológico de Bacterias Acido Lácticas (log UFC/g) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.





Se puede observar la muestra control presenta bacterias ácido lácticas a diferencia de los tratamientos en el día 0 los cuales no presentaron ninguna unidad formadora de colonia; esto se debe a que los tratamientos realizados mediante sous vide tuvo un efecto antibacteriano lo cual fue adecuado para inhibir el desarrollo de esta bacteria; pero en el almacenamiento de 21 días se observa un aumento y presencia de bacterias ácido lácticas en la muestra control y tratamientos. Díaz *et al.*, (2008), indico en sus resultados un recuento inferior a 1 log ufc/g en cualquier semana control de lomo de cerdo.

Roldán *et. al* (2013) mostró un descenso de 3.3 a < 1 log UFC/g en lomos de cordero sin y con tratamiento respectivamente, en todos sus tratamientos a diferentes rangos de tiempo y temperatura. Mostrando que esta tecnología confiable de reducción de bacterias ácido lácticas.

Las bacterias ácido lácticas pueden producir agrios sabores, sabores, olores, exudados lechosos viscosos, y CO₂, que puede causar el hinchamiento y/o enverdecimiento Egan, (1983); Kim & Park, (1997); Simpson *et al.*, (1994).

4.3.3.3. Coliformes fecales

los resultados del recuento microbiológico de Coliformes de la carne cruda (Control) y los tratamientos realizados a diferentes tiempos y temperaturas T1, T2, T3, T4, T5 y T6 de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante su almacenamiento en refrigeración (2°C) cada 7 días durante 21 días fueron no determinados ya que no se encontró presencia de coliformes: Suarez (2001), menciona que la coliformes, pertenece al grupo de las bacterias indicadoras de contaminación fecal, no existe un indicador universal, por lo que los especialistas seleccionan el apropiado para una situación específica.



Entonces los tratamientos y la muestra Control, fueron procesados higiénicamente y no hubo contaminación fecal, por lo tanto es apto para el consumo humano.

Sebastia *et al.*, (2009), indica han indicado que para los productos cárnicos en conserva, coliformes fecales es el mejor microorganismo indicador para el tratamiento térmico, ya que es el que tiene más calor resistente entre bacterias vegetativas potencialmente dañinas. Indicando que no se encontró en lomo de cerdo procesada bajo *sous vide*. Biyickli *et al.*, (2020) sugirió que una cocción prolongada a baja temperatura sería mejor para la seguridad microbiológica del producto.

V. CONCLUSIONES

El análisis realizado para determinar el efecto de la temperatura y tiempo de cocción mediante la tecnología sous vide mostraron efectos significativos en la oxidación lipídica, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas a excepción de las coliformes donde hubo ausencia de este microorganismo, durante la cocción, donde a medida que se incrementa la temperatura, el valor TBARS, Σ PUFA, pH, luminosidad (L), parámetro b^* , pero el Ácido palmítico C16:0, Ácido oleico C18:1n9c, humedad, textura, parámetro a^* disminuyeron, así mismo la a_w aumento con la temperatura con un diferencia significativa baja; además en las bacterias aerobias mesófilas, bacterias ácido lácticas se redujo la carga microbiana a mayor temperatura y tiempo prolongado de cocción. Sin embargo, mientras que los valores Σ SFA, pH, textura, Luminosidad, b^* aumentaron con el tiempo de cocción prolongado; los parámetros a^* , Ácido oleico C18:1n9c, Ácido linoleico C18:2n6c, Σ MUFA, Σ MUFA mostraron una tendencia decreciente.

El análisis sensorial realizado para determinar el efecto de la temperatura y tiempo cocción mediante la tecnología sous vide mostraron efectos significativos en los parámetros, donde se pudo observar que a mayor temperatura, la apariencia general, sabor y jugosidad obtuvieron mejores resultados a diferencia de la ternura, por otro lado, los parámetros de ternura aumentaron con el tiempo de cocción prolongado; los parámetros de aceptabilidad general y jugosidad mostraron valores decrecientes.

El efecto de almacenamiento sobre los tratamientos mediante la tecnología sous vide mostro diferencias significativas sobre las características fisicoquímicas, la a_w no obtuvo ningún cambio significativo durante el almacenamiento, microbiológicamente se presenció diferencias significativas a excepción de las coliformes, donde no se encontró presencia de colonias durante el almacenamiento.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar una comparación acerca de la carne de alpaca (*vicugna pacos*) en diferentes métodos de cocción evaluando sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas.
- Analizar los mismos análisis con diferentes edades y partes de la carne de alpaca (*vicugna pacos*).
- Estudiar la adición de hierbas en carne de alpaca (*vicugna pacos*) bajo sous vide y su efecto en la evaluación sensorial, microbiológica y la oxidación lipídica.



VII. REFERENCIAS

- 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., Casasus, 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.
- Alfaia, C., Alves, S. P., Lopes, A. F., Fernandes, M., Costa, A. S., & Fontes, C. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science*, 84, 769-777.
- 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 and Food Chemistry*, 58, 9641-9646.
- Amaral, A., Silva, M., & Lannes, S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors-a review. *Food Science and Technology*, 1-15.
- 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.
- Ares, G., & Varela, P. (2017). Trained vs. consumer panel for analytical testing: Fueling a long lasting debate in the field. *Food Quality and Preference*, 61, 79-86.



- 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 proteólisis 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.
- Ayub, H., & Ahmad, A. (2019). Physicochemical 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.
- Bıyıklı, M., Akoğlu, A., Kurhan, Ş., & Akoğlu, İ. (2020). Effect of different Sous Vide cooking temperature-time combinations on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Turkey cutlet. *International Journal of Gastronomy and Food Science*.



- 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.
- 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*, 74, 154-159.
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32, 62-66.
- Brugiapaglia, A., Lussiana, C., & Destefanis, G. (2014). Fatty acid profile and cholesterol content of beef at retail of Piemontese, Limousin and Friesian breeds. *Meat Science*, 96(568-573), 568-573.
- Bustinza, V. (2001). *La carne de alpaca*. Puno: Editorial Universitaria.
- Campo, M., Muela, E., Olleta, J., Moreno, L., Santaliestra-Pasías, A., Mesana, M., & Sañudo, C. (2013). Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31, 185-190.
- Campo, M., Nute, G., Hughes, S., Enser, M., Wood, J., & Richardson, R. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72, 303-311.
- Can, O. (2011). Evaluation of the microbiological, chemical and sensory quality of carp processed by the sous vide method. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 5(8), 961-966.
- Cañeque, V. (2000). *Metodología para el estudio de la calidad del canal de la carne de rumiantes*. Madrid: Instituto Nacional de investigación y Tecnología Agraria Alimentaria.



- 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 Nacional de investigacion y Tecnología Agraria Alimentaria .
- Carpenter, R., Lyon, D., & Hasdell, T. (2009). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos* (Primera reimpression ed.). España: ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA.
- Cheng, J., & Ho, C. (1998). *The flavor of pork*. Londres: Blackie Academic & Professional.
- Chiavaro, L., Bertram, H., Aaslyng , M.-D., & Christensen, M. (2011). Protein denaturation and water protein interaccions as affected by low temperatura long time treatment of porcine longissimus dorsi. *Meat science*, 88(4), 718-722.
- 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.
- Coma, J., Piquer, J., & Companys, G. (1999). Calidad de carne en porcino; Efecto de la nutrición. XV Curso de Especialización. *Avance en nutrición y alimentación animal*, 197-122. .
- 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.
- Del Pulgar, J., Gázquez, A., & Ruiz, J. (2012). físico-química, textural y características estructurales de cocinado sous-vide mejillas de cerdo como afectados por vacío, temperatura de cocción, y tiempo de cocción. *Meat Sci.*, 90 (3), 828-835 .



- Díaz, P. (2009). *Calidad y deterioro de platos "sous vide" preparados a base de carne y pescado y almaenados en refrigeración*. Murcia.
- Diaz, P., Garrido, M., & Bañón, S. (2011). Spoilage of sous vide cooked salmon (*Salmo salar*) stored under refrigeration. *Food Science and Technology International, Valencia, 17*(1), 31-37.
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M., & Bañón, 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.
- Dominguez, R., Gomez, M., Fonseca, S., & Lorenzo, J. (2014). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Science, 97*, 223.230.
- Doruyol, H., Mol, S., & Cosansu , S. (2020). Increased thermal sensitivity of *Listeria monocytogenes* in sous-vide salmon by oregano essential oil and citric acid. *Food Microbiology, 90*, 103496.
- Doughikollae, E. (2012). *Freezing/Thawing and Cooking of Fish Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. China: InTech Publishers.
- Dransfield, E. F., & Whelehan, O. (1984). Relationship between sensory attributes in cooked meat. *J. Text. Studies, 15*, 337-356.
- Egan, A. (1983). Las bacterias ácido lácticas de carne y productos cárnicos. *Anton van Leeuwenhoek, 49*, 327-336.



- 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.
- 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., & Cava, R. (2004). Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pâté. *Meat Science*, 68(4), 551-558.
- 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.
- Fairfield, T. (2006). The politics of livestock sector policy and the rural poor in Peru. *Food and Agriculture Organization*, 32, 70-71.
- Falowo, A., Muchenje, V., & Hugo, A. (2017). Effect of sous-vide technique on fatty acid and mineral compositions of beef and liver from Bonsmara and non-descript cattle. *17(2)*, 565-580.
- FAO. (2001). *Food and agriculture organization of the United Nations*.



- Farouk, M., & Swan, J. (1998). Effect of muscle condition before freezing and simulated chemical changes during frozen storage on the pH and colour of beef. *Meat Science*, 50, 245–256.
- 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.
- Fernandez, M. (2011). *Determinacion de parametros optimos para el procesamineto de filetes de carne de alpaca ahumada (Tesis de pregrado) UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC*. Apurimac.
- 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.
- Forrest, J., Aberle, C., Hedrick, H. D., Judge, M. D., & Merkel, R. A. (1979). *Fundamentos de Ciencia de la carne*. Zaragoza España, España. Grasa de cobertura : 2da Ed. Acribia. Zaragoza.
- Frank, D., Pat, S., & L., P. (2003). Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases. *Agilen Technologies*, 3.



- 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.
- Galimpin, S., Rahman, R., Jamilah, B., Man, Y., & Rusul, G. (2007). Pasteurization, development and storage of sous vide rendang (spicy beef stew). *Journal of Foodservice*, 18, 251-263.
- García-Gimeno, R. M., & Zurera-Cosano, G. (1997). Determination of ready-to-eat vegetable salad shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*(36), 31-38.
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A., & Martínez-Monzó, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *Journal of food engineering*, 80(3), 813-821.
- Gerber, N., Scheeder, M., & Wenk, C. (2009). The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Science*, 81(1), 148-154.
- GILL, C. (1996). Extending the Storage Life of Raw Chilled Meats. *Meat Science*, 43, 99-109.
- 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.



- Gomes, C. P., Cruz, A., Felicio, P., & Bolini, H. (2013). Sensory descriptive profiling and consumer preferences of beef strip loin steaks. *Food Research International*, 59, 76-84.
- Gray, J. I., Gomaa, E. A., & Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
- Grigioni, G., Margaría, C., Pensel, N., Sánchez, G., & Vaudagna, S. (2000). Warmed-over flavour analysis in low temperature-long time processed meat by an "electronic nose". *Meat Science*, 56(3), 221-228.
- Guerrero, O., Vilca, M., Ramos, D., Lucho, E., & Falcon, N. (2004). Estimulación eléctrica de canales de alpacas para mejorar su calidad organoléptica. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 15(2), 151-156.
- Hargreaves, A., & Peña, J. (2005). *Calidad de la carne bovina*. Temuco, Chile: INIA .
- 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.
- ISO (International Organization for Standardization, S. (2008). *ISO 5492: sensory analysis*. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/38051.html>.
- James, B., & Yang, S. (2012). Effect of cooking method on the toughness of bovine m.semitendinosus. *International Journal of Food Engineering*, 8(2), 19.
- Jang, J., & Lee, D. (2005). Development of a sous-vide packaging process for Korean seasoned beef. *Food Control*, 16, 285-291.



- 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.
- 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.
- Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Peña, F., Avilés, C., & Polvillo, O. (2010). Buffalo meat composition as affected by different cooking methods. *Food and Bioproducts Processing*, 88(2-3), 145-148.
- 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. *268(1485)*, 2575-2584.
- Kanner, J., & Rosenthal, I. (1992). An Assessment of Lipid Oxidation In Foods. *Pure and Applied chemistry*, 64(12), 1959-1992.
- Keenan, D. F., Smyth, T. J., Botinestean, C., Lefranc, C., & Kerry, J. P. (2015). The effect of partial-fat substitutions with encapsulated and unencapsulated fish oils on the technological and eating quality of beef burgers over storage. *Meat Science*, 107,75-85.
- 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.



- Kim, B., & Park, J. (1997). Comentario: El deterioro y contaminación de salchichas cocidas-ensados al vacío. *Journal of Food Protection*, 60, 724-731.
- 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.
- 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.
- Lefaucheur, L. (2010). A second look into fibre typing – Relation to meat quality. *Meat Science*, 84(2), 257–270.
- Liu, Q., Scheller, K., Arp, S., Schaefer, D., & Frigg, M. (1996). Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. *Journal Animal Science*, 71(1),106-116.
- López, C., Gray, J., & Gomaa, E. F. (1998). Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *British Poultry Science* , 39, 235-240.



- 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 Critocal Reviews in Food Science an Nutrition*, 14(4), 309-437.
- 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.
- 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). Evaluacion de las propiedades tecnologicas de la carne de alpaca(Vicugna pacos) envasado al vacio durante el almacenamiento en congelación (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- MINAGRI-SIEA. (2019). *Anuario Estadístico de Produccion Pecuaria y Avicola 2018*. Lima.
- Modzelewska, M., Pietrzak, R., Tkacza, K., Draszanowskac, A., & Wieka, A. (2019). Influence of sous vide and steam cooking on mineral contents, fatty acid composition and tenderness of semimembranosus muscle from Holstein-Freisian Bulls. *Meat Science*, 157, 107-115.



- 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.
- Myhrvold, N., Young, C., & Bilet, M. (2011). *Cocina modernista: el arte y la ciencia de la cocina*. El laboratorio de cocina., Bellevue, WA.
- Naveena, B., Khansole, P., Kumar, M., Krishnaiah, N., Kulkarni, V., & Deepak, S. (2017). Efecto del procesamiento sous vide sobre cambios fisicoquímicos, ultraestructurales, microbianos y sensoriales en salchicha de pollo envasadas al vacío. *Food Science and Technology International*, 23(1), 75-85.
- 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.
- Nian, Y., Allen, P., Harrison, S. M., Brunton, N. P., Prendiville, R., & Kerry, J. P. (2018). Fatty acid composition of young dairy bull beef as affected by breed type, production treatment, and relationship to sensory characteristics. *Animal Production Science*, 59(7), 1360-1372.



- 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.
- Oliveira, V., Oliveira, R., Goes, R., Silva, L., Freitas, L., Pereira, E., & Bezerra, L. (2019). Physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of the meat of young Nellore bulls fed sunflower cake from the biodiesel industry. *Livestock Science*, 227, 97-104.
- 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.
- Pannier, L., Ponnampalam, E. N., Gardner, G. E., Hopkins, D. L., Ball, A. J., Jacob, R. H., & Pethick, D. W. (2010). Prime Australian lamb supplies key nutrients for human health. *Animal Production Science*, 50(12), 1115–1122.
- Parang, N., Mohamad, S., & Zahra, E. (2011). Effect of cooking methods on chemical composition quality and cook loss of camel muscle in comparison with veal. *African Journal of Biotechnology*, 10, 10478-10483.
- 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.
- Perez-Palacios, T., Caballero, D., Gonzáles - Mohíno, A., Mirbel, J., & Antequera, T. (2019). Espectroscopia de reflectancia de infrarojo cercano para analizar las características relacionadas con la textura del lomo de cerdo vacío. *Journal of Food Engineering*, 263, 417-423.



- 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.
- 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: realtive effects of heat and oxidants. *Food Chemistry*, 138, 581-589.
- Ramos, D. (2008). Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes – Perú. *Tesis Dr. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. León, ES, Universidad de León.*, 318.
- Rasinska, E., Rutkowska, J., Czarniecka-Skubina, E., & Tambor, K. (2019). Effects of cooking methods on changes in fatty acids contents, lipid oxidation and volatile compounds of rabbit meat. *LWT - Food Science and Technology*, 110, 64-70.
- Resconi, V., Bueno, M., Escudero, A., Magalhaes, D., Ferreira, V., & Campo, M. (2018). Ageing and retail display time in raw beef odour according to degree of lipid oxidation. *Food Chemistry*, 242, 288-300.
- Rinaldi, M., Dall'Asta, C., & Paciulli, M. (2014). A novel time/temperature approach to sous-vide 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. *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.
- Ruiz, C., & Moral, A. (2001). Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*.(212), 413-420.



- Saavedra, J. (2013). Evaluación de las propiedades tecnológicas y estabilidad oxidativa en la carne de alpaca (*Vicugna pacos*) envasada al vacío a 4°C. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Salva. (2009). *Caracterización de la carne y charqui de alpaca (Vicugna pacos)*. Tesis Dr. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de León. León.
- Salvá, B., Zumalacárregui, J., Figueira, A., Osorio, M., & Mateo, J. (2009). Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *Meat Science*, 82, 450-455.
- 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 and Time). *Molecules*, 18(10), 12538-12547.
- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos* (Vol. IV). Edicions Universitat Barcelona.
- 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.
- Schafheitle, J. (1990). The sous vide system for preparing chilled meals. *British Food Journal*, 92(5), 23-27.



- Schaich, K. (2013). *Lipid Oxidation Challenges in Food Systems*. (A. Logan, U. Nienaber, & X. (. Pan, Eds.) Illinois: Elsevier.
- Sebastia, C., Soriano, J., Irinazo, M., & Rico, H. (2009). *Microbiological Quality Of sous vide Cook–Chill Preserved Food At Different Shelf Life*. Spain: University of Valencia.
- Sellier, P. (1988). Meat quality in pig breeds and cross-breeding. *Livestock Production Science*, 18, 171-186.
- Shahidi, F. (1994). *Flavor of meat and meat products*. Blackie Academic & Professional.
- Shakila, R., Jeyasekaran, G., Vijayakumar, A., & Sukumar, D. (2009). Microbiological quality of sous vide cook chill fish cakes during chilled storage. *International Journal Food Science Technology*, 44(11), 2120-2126.
- Shengqian, S., Gary, S., Jayne, S., Chad, B., & George, C. (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.
- Shin, W., Kim, K., Park, J., & Cho, T. (2010). Evaluation of microbiological, Physicochemical and sensory properties of galbi-jjim prepared by sous vide and cook chill method at diffeerent temperatures. *Journal Food Science Animal*, 5, 722-729.
- 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.



- Smith, M. A., Nelson, C. L., Biffin, T. E., Bush, R. D., Hall, E. J., & Hopkins, D. L. (2019). Vitamin E concentration in alpaca meat and its impact on oxidative traits during retail display. *Meat Science*, 151, 18-23.
- Smith, M., Busha, R., Van de Ven, R., Hall, E., Greenwoodc, P., & Hopkins, D. (2017). The impact of gender and age on the nutritional parameters of alpaca (Vicugna pacos) meat, colour stability and fat traits. *Meat Science*, 21-28.
- 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.
- Taylor, S. (2012). *Advances in Food and Nutrition Research* (Primera ed.). USA: Academic Press.
- Tellez, J. (1992). *Tecnología de Carnes*. Lima-Perú: Ed. Artes gráficas Espino.
- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins- Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science* , 70(3), 493-508.
- 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.
- Troy, D., & Kerry, J. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86(1),214-226.
- 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., Pazos, A., Guidi, S., Sanchez, G., & Carp, D. (2008). Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. *Meat Science*, 73(3),470-480.
- 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.
- Wang, S., Chang, M., & Chen, T. (2004). tiempo de conservación y un perfilador microbiológica de pollo después del tratamiento sous vide. *International Journal of Poultry Science*, 3, 326-332.
- Warriss, P. (2000). On introductory text. *Meat Science*, 310.
- Wood, J., Richardson, R., Nute, G., Fisher, A., & Campo, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality. *Meat Science*, 66(1): 21-32.
- 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.
- 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.



Zielbauer, B., Franz, J., Viezens, B., & Vilgis, T. (2016). Physical aspects of meat cooking: time dependent thermal protein denaturation and water loss. *Food Biophys*, 11, 34-42.



ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de evaluación sensorial

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								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Apariencia General									
	Sabor									
	Ternura									
	Jugosidad									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
	Apariencia General									
	Sabor									
	Ternura									
	Jugosidad									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
	Apariencia General									
	Sabor									
	Ternura									
	Jugosidad									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
	Apariencia General									
	Sabor									
	Ternura									
	Jugosidad									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
	Apariencia General									
	Sabor									
	Ternura									
	Jugosidad									
CÓDIGO		ATRIBUTOS								
	Apariencia General									
	Sabor									
	Ternura									
	Jugosidad									



ANEXO 2. Leyenda de la ficha de la evaluación sensorial

LEYENDA

APARIENCIA GENERAL

- 1) Extremadamente inaceptable
- 2) Inaceptable
- 3) Moderadamente inaceptable
- 4) Poco inaceptable
- 5) Me es indiferente
- 6) Poco aceptable
- 7) Moderadamente aceptable
- 8) Aceptable
- 9) Extremadamente aceptable

SABOR

- 1) Muy desagradable
- 2) No me gustó
- 3) Moderadamente desagradable
- 4) Ligeramente disgustado
- 5) Indiferente
- 6) Me gusto poco
- 7) Me gusto moderadamente
- 8) Me gustó
- 9) Me gustó mucho

TERNURA

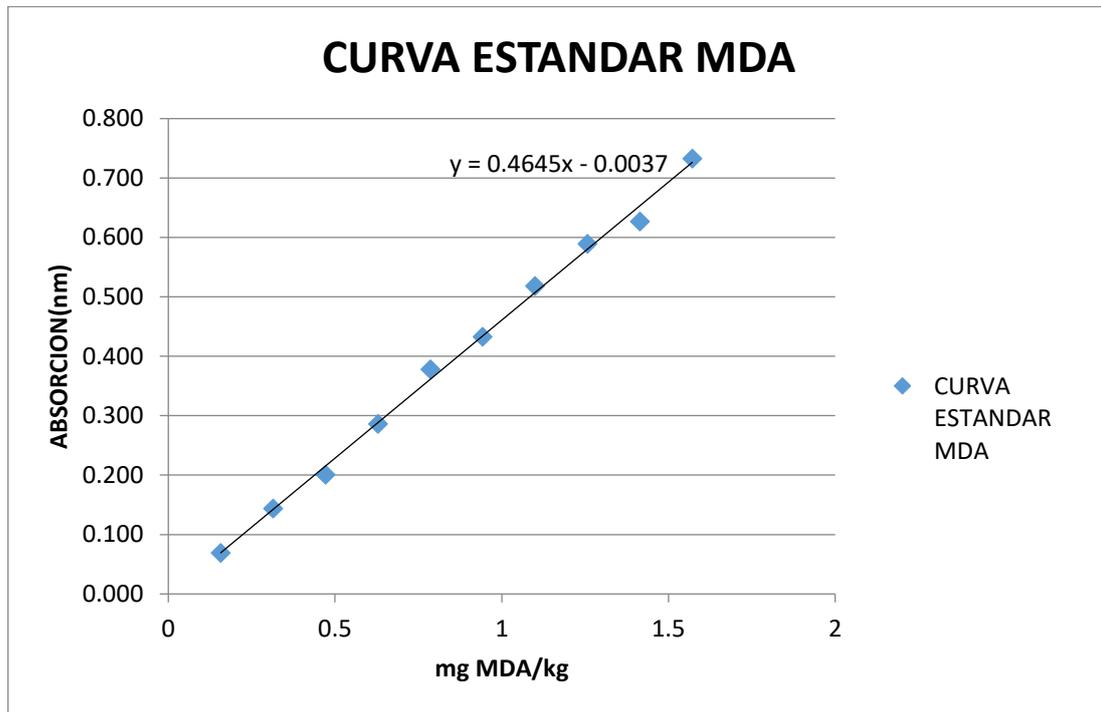
- 1) Extremadamente duro
- 2) Duro
- 3) Moderadamente duro
- 4) Ligeramente duro
- 5) Suavemente tierno
- 6) Ligeramente tierno
- 7) Moderadamente tierno
- 8) Tierno
- 9) Extremadamente tierno

JUGOSIDAD

- 1) Extremadamente seco
- 2) Muy seco
- 3) Moderadamente seco
- 4) Poco seco
- 5) Neutral
- 6) Poco jugoso
- 7) Moderadamente jugoso
- 8) Muy Jugoso
- 9) Extremadamente jugoso

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

ANEXO 3. Curva estándar del MDA



ANEXO 4. ÁCIDOS GRASOS

ANEXO 4.1. Análisis de varianza (ANVA) para el palmítico. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	98,2696	1	98,2696	900,73	0,0000
B:TIEMPO	1,6428	1	1,6428	15,06	0,0047
INTERACCIONES					
AB	55,1265	1	55,1265	505,28	0,0000
RESIDUOS	0,8728	8	0,1091		
TOTAL (CORREGIDO)	155,912	11			

ANEXO 4.2. Análisis de varianza (ANVA) para el esteárico. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	111,386	1	111,386	158,31	0,0000
B:TIEMPO	76,6085	1	76,6085	108,88	0,0000
INTERACCIONES					
AB	123,008	1	123,008	174,82	0,0000
RESIDUOS	5,62887	8	0,703608		
TOTAL	316,632	11			



(CORREGIDO)					
-------------	--	--	--	--	--

ANEXO 4.3. Análisis de varianza (ANVA) para el oleico. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	54,998	1	54,998	827,97	0,0000
B:TIEMPO	9,38101	1	9,38101	141,23	0,0000
INTERACCIONES					
AB	7,53667	1	7,53667	113,46	0,0000
RESIDUOS	0,5314	8	0,066425		
TOTAL (CORREGIDO)	72,4471	11			

ANEXO 4.4. Análisis de varianza (ANVA) para el linoleico. $P \leq 0.05$

EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,00563333	1	0,00563333	0,52	0,4927
B:TIEMPO	0,681633	1	0,681633	62,54	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,0133333	1	0,0133333	1,22	0,3009
RESIDUOS	0,0872	8	0,0109		
TOTAL (CORREGIDO)	0,7878	11			

ANEXO 4.5. Análisis de varianza (ANVA) para el SFA. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	20,7507	1	20,7507	16,18	0,0038
B:TIEMPO	34,4763	1	34,4763	26,89	0,0008
INTERACCIONES					
AB	33,0008	1	33,0008	25,74	0,0010
RESIDUOS	10,2575	8	1,28218		
TOTAL (CORREGIDO)	98,4853	11			

ANEXO 4.6. Análisis de varianza (ANVA) para el valor PUFA. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	1,10413	1	1,10413	10,37	0,0122
B:TIEMPO	0,0833333	1	0,0833333	0,78	0,4022
INTERACCIONES					
AB	1,116	1	1,1163	10,48	0,0119
RESIDUOS	0,852	8	0,1065		
TOTAL	3,15577	11			



(CORREGIDO)					
-------------	--	--	--	--	--

ANEXO 4.7. Análisis de varianza (ANVA) para el valor MUFA. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	1,10413	1	1,10413	10,37	0,0122
B:TIEMPO	0,0833333	1	0,0833333	0,78	0,4022
INTERACCIONES					
AB	1,1163	1	1,1163	10,48	0,0119
RESIDUOS	0,852	8	0,1065		
TOTAL (CORREGIDO)	3,15577	11			

ANEXO 5. TBARS

ANEXO 5.1. Análisis de varianza (ANVA) para el valor TBARS. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,0186245	1	0,0186245	209,13	0,0000
B:TIEMPO	0,000644778	2	0,000322389	3,62	0,0589
INTERACCIONES					
AB	0,00313633	2	0,00156817	17,61	0,0003
RESIDUOS	0,00106867	12	0,0000890556		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0234743	17			

ANEXO 5.1A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto al valor TBARS.

<i>TEMPERATUR</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
A				
60	9	0,154444	0,00314564	A
80	9	0,218778	0,00314564	B

ANEXO 5.1B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto al valor TBARS.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	6	0,180333	0,00385261	a
3	6	0,184833	0,00385261	ab
2	6	0,194667	0,00385261	b

ANEXO 5.2. Análisis de varianza (ANVA) para el valor TBARS durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	0,370195	5	0,0740389	139,44	0,0000
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	1,20972	3	0,403239	759,44	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,429414	15	0,0286276	53,92	0,0000
RESIDUOS	0,0254867	48	0,000530972		
TOTAL (CORREGIDO)	2,03481	71			

ANEXO 5.2A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN por los tratamientos respecto al valor TBARS.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	12	0,275083	0,00665189	A
T2	12	0,305333	0,00665189	B
T1	12	0,346667	0,00665189	C
T4	12	0,367167	0,00665189	D
T5	12	0,3955	0,00665189	E
T6	12	0,498917	0,00665189	F

ANEXO 5.2B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto al valor TBARS.

<i>TIEMPO ALMACENAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	18	0,186556	0,00543125	A
7	18	0,295611	0,00543125	B
14	18	0,483056	0,00543125	C
21	18	0,493889	0,00543125	C

ANEXO 6. HUMEDAD

ANEXO 6.1. Análisis de varianza (ANVA) para la humedad. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	84,5	1	84,5	62,26	0,0000
B:TIEMPO	33,0691	2	16,5345	12,18	0,0013
INTERACCIONES					
AB	2,10263	2	1,05132	0,77	0,4826
RESIDUOS	16,2874	12	1,35728		
TOTAL (CORREGIDO)	135,959	17			

ANEXO 6.1.A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto a la humedad.

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
80	9	62,9011	0,388342	A
60	9	67,2344	0,388342	B

ANEXO 6.1.B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto a la humedad.

TIEMPO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	6	63,66	0,475619	a
2	6	64,645	0,475619	a
3	6	66,8983	0,475619	b

ANEXO 6.2. Análisis de varianza (ANVA) para la humedad durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	2,6018E6	5	520360,	0,99	0,4310
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	1,56789E6	3	522629,	1,00	0,4014
INTERACCIONES					
AB	7,84416E6	15	522944,	1,00	0,4710
RESIDUOS	2,51085E7	48	523094,		
TOTAL (CORREGIDO)	3,71223E7	71			

ANEXO 7. ACTIVIDAD DE AGUA**ANEXO 7.1. Análisis de varianza (ANVA) para la a_w . $P \leq 0.05$**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,0000158672	1	0,0000158672	20,83	0,0006
B:TIEMPO	2,74444E-7	2	1,37222E-7	0,18	0,8374
INTERACCIONES					
AB	8,34444E-7	2	4,17222E-7	0,55	0,5920
RESIDUOS	0,00000914	12	7,61667E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0000261161	17			



ANEXO 7.1.A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto a la a_w .

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
60	9	0,989433	0,000290912	A
80	9	0,991311	0,000290912	B

ANEXO 7.1.B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto a la a_w .

TIEMPO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	6	0,990233	0,000356293	a
2	6	0,99035	0,000356293	a
3	6	0,990533	0,000356293	a

ANEXO 7.2. Análisis de varianza (ANVA) para la a_w para el almacenamiento. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	0,00000477278	5	9,54556E-7	1,59	0,1821
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	0,0001221	3	0,0000407	67,61	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,0000355783	15	0,00000237189	3,94	0,0001
RESIDUOS	0,0000288933	48	6,01944E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0,000191344	71			

ANEXO 7.2.A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto a la a_w .

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T3	12	0,988533	0,000223969	a
T1	12	0,988733	0,000223969	ab
T2	12	0,988833	0,000223969	ab
T4	12	0,988958	0,000223969	ab
T5	12	0,9892	0,000223969	ab
T6	12	0,989275	0,000223969	B



ANEXO 7.2.B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto a la a_w .

<i>TIEMPO ALMACENAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21	18	0,987139	0,00018287	a
14	18	0,988239	0,00018287	b
7	18	0,989939	0,00018287	c
0	18	0,990372	0,00018287	c

ANEXO 8. pH

ANEXO 8.1. Análisis de varianza (ANVA) para el pH. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,00568889	1	0,00568889	31,03	0,0001
B:TIEMPO	0,0168778	2	0,00843889	46,03	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,00141111	2	0,000705556	3,85	0,0511
RESIDUOS	0,0022	12	0,000183333		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0261778	17			

8.1A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto al pH.

<i>TEMPERATURA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60	9	6,11111	0,00451335	a
80	9	6,14667	0,00451335	b

8.1B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto al pH.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	6	6,09167	0,00552771	a
3	6	6,12833	0,00552771	b
4	6	6,16667	0,00552771	c



ANEXO 8.2. Análisis de varianza (ANVA) para el pH durante el almacenamiento.

$P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	0,131262	5	0,0262525	91,76	0,0000
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	0,0816153	3	0,0272051	95,09	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,00587639	15	0,000391759	1,37	0,2012
RESIDUOS	0,0137333	48	0,000286111		
TOTAL (CORREGIDO)	0,232488	71			

8.2A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto al pH.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	12	6,0175	0,00488289	a
T2	12	6,0475	0,00488289	b
T4	12	6,08417	0,00488289	c
T5	12	6,115	0,00488289	d
T3	12	6,11917	0,00488289	d
T6	12	6,13917	0,00488289	e

8.2B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo del almacenamiento respecto al pH.

<i>TIEMPO ALMACENAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21	18	6,03833	0,00398686	a
14	18	6,07667	0,00398686	b
7	18	6,10444	0,00398686	c
0	18	6,12889	0,00398686	d

ANEXO 9. Análisis de varianza (ANVA) para la textura. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	124,189	1	124,189	4,09	0,0459
B:TIEMPO	22,768	2	11,384	0,38	0,6949
INTERACCIONES					
AB	11,0641	2	5,53205	0,18	0,8356
RESIDUOS	364,113	12	30,3427		
TOTAL (CORREGIDO)	522,134	17			



ANEXO 10. COLOR

ANEXO 10.1. Análisis de varianza (ANVA) para color L (Luminosidad). $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	71,6006	1	71,6006	154,72	0,0000
B:TIEMPO	427,674	2	213,837	462,07	0,0000
INTERACCIONES					
AB	54,2811	2	27,1406	58,65	0,0000
RESIDUOS	5,55333	12	0,462778		
TOTAL (CORREGIDO)	559,109	17			

ANEXO 10.1A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto a la luminosidad.

<i>TEMPERATURA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60	9	56,4	0,226759	a
80	9	60,3889	0,226759	b

ANEXO 10.1B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto a la luminosidad.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	6	54,7333	0,277722	a
3	6	55,1667	0,277722	a
4	6	65,2833	0,277722	b

ANEXO 10.2. Análisis de varianza (ANVA) para color a*. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	256,134	1	256,134	7,35	0,0189
B:TIEMPO	146,314	2	73,1572	2,10	0,1654
INTERACCIONES					
AB	52,0144	2	26,0072	0,75	0,4951
RESIDUOS	418,433	12	34,8694		
TOTAL (CORREGIDO)	872,896	17			

ANEXO 10.2A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto al color a*.

<i>TEMPERATURA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
80	9	9,9	1,96835	a
60	9	17,4444	1,96835	b

ANEXO 10.2B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto al color a*.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	6	10,5333	2,41072	a
2	6	13,05	2,41072	a
3	6	17,4333	2,41072	a

ANEXO 10.3. Análisis de varianza (ANVA) para color b*. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	16,82	1	16,82	40,75	0,0000
B:TIEMPO	12,6478	2	6,32389	15,32	0,0005
INTERACCIONES					
AB	1,17	2	0,585	1,42	0,2802
RESIDUOS	4,95333	12	0,412778		
TOTAL (CORREGIDO)	35,5911	17			

ANEXO 10.3A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto al color b*.

<i>TEMPERATURA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60	9	6,95556	0,214159	a
80	9	8,88889	0,214159	b

ANEXO 10.3B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto al color b*.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	6	7,21667	0,26229	a
3	6	7,45	0,26229	a
4	6	9,1	0,26229	b



ANEXO 10.4. Análisis de varianza (ANVA) para color L (Luminosidad) durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	2,83706E6	5	567412,	1,02	0,4177
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	1,69658E6	3	565528,	1,01	0,3945
INTERACCIONES					
AB	8,35776E6	15	557184,	1,00	0,4712
RESIDUOS	2,67583E7	48	557466,		
TOTAL (CORREGIDO)	3,96498E7	71			

ANEXO 10.4A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto la luminosidad.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	12	55,6083	215,535	a
T4	12	59,0083	215,535	a
T2	12	59,025	215,535	a
T6	12	59,3083	215,535	a
T1	12	59,7	215,535	a
T3	12	591,158	215,535	a

ANEXO 10.4B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto a la luminosidad.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	12	55,6083	215,535	a
T4	12	59,0083	215,535	a
T2	12	59,025	215,535	a
T6	12	59,3083	215,535	a
T1	12	59,7	215,535	a
T3	12	591,158	215,535	a



ANEXO 10.5. Análisis de varianza (ANVA) para color a* durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor - P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	248,737	5	49,7473	5,37	0,0005
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	111,758	3	37,2526	4,02	0,0124
INTERACCIONES					
AB	366,532	15	24,4355	2,64	0,0055
RESIDUOS	444,493	48	9,26028		
TOTAL (CORREGIDO)	1171,52	71			

ANEXO 10.5A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto al color a*.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T6	12	10,6833	0,878459	a
T4	12	10,725	0,878459	a
T5	12	11,525	0,878459	a
T3	12	12,575	0,878459	a
T1	12	12,7417	0,878459	a
T2	12	16,15	0,878459	B

ANEXO 10.5B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto al color a*.

<i>TIEMPO ALMACENAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21	18	10,5833	0,717259	a
14	18	11,9167	0,717259	ab
7	18	13,4278	0,717259	b
0	18	13,6722	0,717259	b

ANEXO 10.6. Análisis de varianza (ANVA) para color b* durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	77,5533	5	15,5107	7,74	0,0000
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	44,8578	3	14,9526	7,46	0,0003



O					
INTERACCIONES					
AB	32,5622	15	2,17081	1,08	0,3956
RESIDUOS	96,1667	48	2,00347		
TOTAL (CORREGIDO)	251,14	71			

ANEXO 10.6A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto al color b*.

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	12	6,83333	0,408603	a
T1	12	8,3	0,408603	b
T3	12	8,76667	0,408603	bc
T4	12	9,25	0,408603	bc
T5	12	9,68333	0,408603	C
T6	12	9,96667	0,408603	C

ANEXO 10.6B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto al color b*.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	7,92222	0,333623	a
2	18	8,3	0,333623	ab
3	18	8,97778	0,333623	b
4	18	10,0	0,333623	c

ANEXO 11. Bacterias aerobias mesofilas

ANEXO 11.1. Análisis de varianza (ANVA) para el recuento de bacterias aerobias mesofilas. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: TEMPERATURA	0,32805	1	0,32805	263,61	0,0000
B: TIEMPO	0,255833	2	0,127917	102,79	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,0158333	2	0,00791667	6,36	0,0131
RESIDUOS	0,0149333	12	0,00124444		
TOTAL (CORREGIDO)	0,61465	17			



ANEXO 11.1A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto a las bacterias aerobias mesofilas.

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
80	9	3,75667	0,0117589	a
60	9	4,02667	0,0117589	b

ANEXO 11.1B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto a las bacterias aerobias mesofilas.

TIEMPO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	6	3,75	0,0144016	a
3	6	3,88333	0,0144016	b
2	6	4,04167	0,0144016	c

ANEXO 11.2. Análisis de varianza (ANVA) para el recuento de bacterias aerobias mesofilas durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	3,07562	5	0,615125	352,06	0,0000
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	121,131	3	40,377	23109,25	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,228771	15	0,0152514	8,73	0,0000
RESIDUOS	0,0838667	48	0,00174722		
TOTAL (CORREGIDO)	124,519	71			

ANEXO 11.2A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto a las bacterias aerobias mesofilas.

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T6	12	5,36833	0,0120666	a
T5	12	5,5475	0,0120666	b
T4	12	5,6275	0,0120666	c
T3	12	5,66833	0,0120666	d
T2	12	5,85583	0,0120666	e
T1	12	6,00833	0,0120666	f



ANEXO 11.2B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto a las bacterias aerobias mesofilas.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	3,89167	0,0098523	a
2	18	5,15333	0,0098523	b
3	18	6,29722	0,0098523	c
4	18	7,375	0,0098523	d

ANEXO 12. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

ANEXO 12.1. Análisis de varianza (ANVA) para el recuento de bacterias ácido lácticas. $P \leq 0.05$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,760556	1	0,760556	21,30	0,0006
B:TIEMPO	0,290344	2	0,145172	4,07	0,0448
INTERACCIONES					
AB	0,0219444	2	0,0109722	0,31	0,7410
RESIDUOS	0,4284	12	0,0357		
TOTAL (CORREGIDO)	1,50124	17			

ANEXO 12.1A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para la temperatura respecto a las bacterias ácido lácticas.

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
80	9	0,54	0,0629815	a
60	9	0,951111	0,0629815	b

ANEXO 12.1B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo respecto a las bacterias ácido lácticas.

TIEMPO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	6	0,616667	0,0771362	a
3	6	0,701667	0,0771362	ab
2	6	0,918333	0,0771362	b



ANEXO 12.2. Análisis de varianza (ANVA) para el recuento de bacterias ácido lácticas durante el almacenamiento. $P \leq 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTOS	5,97148	5	1,1943	61,33	0,0000
B:TIEMPO ALMACENAMIENTO	14,7348	3	4,9116	252,24	0,0000
INTERACCIONES					
AB	2,23849	15	0,149233	7,66	0,0000
RESIDUOS	0,934667	48	0,0194722		
TOTAL (CORREGIDO)	23,8794	71			

ANEXO 12.2A. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para los tratamientos respecto a las bacterias ácido lácticas.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T6	12	0,798333	0,0402826	a
T5	12	1,0075	0,0402826	b
T4	12	1,1075	0,0402826	b
T3	12	1,38917	0,0402826	c
T2	12	1,51917	0,0402826	d
T1	12	1,60167	0,0402826	d

ANEXO 12.2B. Pruebas de rango múltiple DUNCAN para el tiempo de almacenamiento respecto a las bacterias ácido lácticas.

<i>TIEMPO ALMACENAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	18	0,745556	0,0328906	a
7	18	0,908333	0,0328906	b
14	18	1,39056	0,0328906	c
21	18	1,90444	0,0328906	d

ANEXO 13. Análisis de varianza (ANVA) para el análisis sensorial, apariencia general. $P \leq 0.05$

Apariencia General

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	41,413	5	8,283	3,051	,012
Intra-grupos	390,960	144	2,715		
Total	432,373	149			

ANEXO 14. Análisis de varianza (ANVA) para el análisis sensorial, sabor. $P \leq 0.05$

Sabor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	52,060	5	10,412	4,005	,002
Intra-grupos	374,400	144	2,600		
Total	426,460	149			

ANEXO 15. Análisis de varianza (ANVA) para el análisis sensorial, ternura. $P \leq 0.05$

Ternura

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5,733	5	1,147	,421	,833
Intra-grupos	392,160	144	2,723		
Total	397,893	149			

ANEXO 16. Análisis de varianza (ANVA) para el análisis sensorial, jugosidad. $P \leq 0.05$

Jugosidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	33,020	5	6,604	3,849	,003
Intra-grupos	247,040	144	1,716		
Total	280,060	149			

ANEXO 17. Resultados en cuadro para tercer objetivo**Cuadro 1. TBARS de carne de alpaca (mg MDA/kg) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.**

Tratamiento	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
Control	0.318±0.003	0.342±0.005	0.457±0.007	0.597±0.131
T1	0.146±0.008	0.172±0.019	0.497±0.024	0.571±0.061
T2	0.152±0.008	0.304±0.023	0.318±0.023	0.447±0.016
T3	0.164±0.009	0.292±0.014	0.253±0.027	0.391±0.048
T4	0.243±0.014	0.355±0.021	0.466±0.032	0.406±0.026
T5	0.217±0.011	0.291±0.005	0.619±0.022	0.456±0.016
T6	0.197±0.002	0.361±0.003	0.746±0.006	0.693±0.011

Cuadro 2. Contenido de humedad (%) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.

Tratamiento	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
Control	71.08±1.79	69.09±0.42	67.72±0.34	66.27±0.49
T1	67.05±1.28	67.84±0.05	67.07±0.66	66.08±0.6
T2	69.31±0.54	69.38±1.25	68.21±1.17	66.78±0.2
T3	65.34±0.25	64.07±0.19	63.97±0.72	63.04±0.41
T4	62.24±0.59	62.14±0.51	62.04±0.2	62.01±0.14
T5	64.49±2.18	63.37±0.63	62.67±0.61	62.35±0.52
T6	61.98±1.03	62.28±0.44	61.74±0.2	61.1±0.6

Cuadro 3. Análisis de actividad de agua (a_w) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.

Tratamiento	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
Control	0.9917±0.0002	0.9901±0.0005	0.9854±0.0015	0.9842±0.0004
T1	0.9897±0.0012	0.9891±0.0011	0.9883±0.0011	0.9879±0.0011
T2	0.9895±0.0012	0.9892±0.0003	0.9888±0.0006	0.9878±0.001
T3	0.9891±0.001	0.989±0.0009	0.9884±0.0002	0.9876±0.0005
T4	0.991±0.0006	0.9909±0.0006	0.9877±0.0008	0.9862±0.0005
T5	0.9915±0.0008	0.9903±0.0007	0.9882±0.0011	0.9868±0.0004
T6	0.9914±0.0001	0.9911±0.0003	0.9881±0.0001	0.9865±0.0007

Cuadro 4. Análisis del pH de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.

Tratamiento	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
Control	6.01±0.02	5.94±0.04	5.9±0.01	5.83±0.01
T1	6.06±0.02	6.03±0.01	6.02±0.03	5.96±0.04
T2	6.11±0.01	6.06±0.01	6.04±0.01	5.98±0.01
T3	6.16±0.01	6.14±0.03	6.1±0.02	6.08±0.02
T4	6.12±0.01	6.11±0.01	6.06±0.01	6.05±0.02
T5	6.15±0.02	6.13±0.02	6.11±0.02	6.08±0.02
T6	6.17±0.01	6.16±0.01	6.13±0.02	6.09±0.02



Cuadro 5. Análisis de color de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.

Tratamiento	COLOR	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
Control	L +	35.37±0.67	37.23±0.61	41.9±2.21	42.6±0.26
	a +	16.7±0.95	11.13±3.67	9.3±0.15	11.57±1.03
	b +	2.87±0.7	3.7±0.26	2.6±0.26	3.43±0.15
T1	L +	50.93±0.78	60.63±1.23	63.4±1.44	63.83±0.51
	a +	16.03±0.78	15.17±1.36	12.13±0.25	7.63±0.51
	b +	6.5±0.36	7.93±0.87	8.03±0.45	10.73±2.81
T2	L +	52.63±0.42	65.6±0.46	64.27±0.6	53.6±12.74
	a +	15.43±1.21	14.63±0.42	14.97±0.7	11.43±1.21
	b +	6.13±1.14	6.8±1.71	8.03±0.87	6.37±3.55
T3	L +	65.63±0.15	66.43±1.5	64.43±1.59	56.13±4.31
	a +	12.73±0.51	14.63±0.97	13±0.46	9.93±1.23
	b +	8.23±0.42	7.97±0.31	9.4±0.002	9.47±0.6
T4	L +	58.53±0.51	58.83±0.97	61.63±0.06	57.03±7.46
	a +	12.23±0.42	13.23±0.15	10.7±0.1	8.9±1.61
	b +	7.93±0.15	8.83±0.25	8.93±1.01	11.3±1.91
T5	L +	57.7±0.1	64.93±0.78	56.63±0.15	43.17±3.91
	a +	11.3±0.1	11.8±0.46	10.1±0.75	12.9±1.18
	b +	8.77±0.7	8.63±0.35	10.33±0.45	11±2.56
T6	L +	64.93±1.31	62.2±0.57	56.4±0.36	53.73±4.58
	a +	10.87±0.67	11.1±0.36	10.6±0.75	12.7±0.75
	b +	9.97±0.6	9.6±0.25	9.13±0.61	11.13±2.81

Cuadro 6. Recuento microbiológico de Baterías aerobias mesofilas (log UFC/g) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.

Tratamiento	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
T1	3.73±0.01	4.75±0.01	4.77±0.01	4.79±0.02
T2	2.99±0.01	3.34±0.001	3.53±0.006	3.66±0.01
T3	2.96±0.01	3.32±0.01	3.51±0.01	3.61±0.01
T4	2.91±0.01	3.12±0.001	3.22±0.004	3.35±0.06
T5	2.95±0.02	3.13±0.01	3.25±0.01	3.24±0.04
T6	2.84±0.02	3.1±0.01	3.2±0.01	3.21±0.04
T7	2.76±0.03	3±0.01	3.07±0.01	3.09±0.04

Cuadro 7. Recuento microbiológico de Baterías Acido Lácticas (log UFC/g) de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) procesada mediante sous vide durante el almacenamiento.

Tratamiento	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 21
Control	1.52±0.05	1.71±0.08	2.4±0.05	2.73±0.02
T1	1.08±0.07	1.21±0.13	1.99±0.01	2.13±0.01
T2	0.94±0.19	1.08±0.07	1.95±0.05	2.11±0.01
T3	0.84±0.21	0.95±0.16	1.9±0.02	1.87±0.01
T4	0.76±0.15	0.85±0.13	0.97±0.06	1.85±0.01
T5	0.46±0.28	0.8±0.17	0.94±0.06	1.84±0.01
T6	0.4±0.17	0.56±0.24	0.6±0.3	1.64±0.03



ANEXO 19. Resultado análisis de ácidos grasos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 01 de Marzo del 2019

Solicitante : Juan Marcos Aro Aro (Ruth Yanapa, Sheila Percca, Nilda Barrientos)
Tipo de Análisis : Determinación de Acidos Grasos
Metodo : Cromatografía de Gases GC-MS.
Tipo de Muestras : Sobres de olasrico sellados con Carne
Cantidad de Muestra : 15 aprox. 50 gr de cada uno codificados como :
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis de Ácidos Grasos

Cromatógrafo: **Agilent 6890N**
Software de Control: **Chemstation B.030**
Detector de Masas Agilent: **5975B**
Energía de Ionización: **70eV**
Modo de Ionización: **Impacto Electrónico (IE)**
Modo de escaneo de masas: **40 400 uma**
Retraso del disolvente: **7.0 minutos**

Inyector Automático: **Agilent 7683B**
Columna: **DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15um**
Film.

Condiciones del cromatografo.

Temperatura del Horno **inicial 135°C**

Rampa:

Pasos	°C/min	temp °C	Final time
Inic.	0	135	
1	0	135	5.00
2	5.00	230	12.00

Tiempo de Corrida: **35.00 min**

Puerto de Inyección

Modo: **Split**
Relación de Split: **1:1**
Temp. Inicial: **250 °C**
Tipo de Gas: **Helio**
Flujo: **0.7 mL/min**
Volumen de Inyección: **1.0uL**

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
COP - 914

ANEXO 20. PANEL FOTOGRAFICO

Figura 13. Muestreo de la carne de alpaca



Figura 14. Envasado al vacío de las muestras pesadas



Figura 15. Cocción bajo sous vide a diferentes temperaturas y tiempos



Figura 16. Análisis de ácidos grasos



Figura 17. Determinación de TBARS



Figura 18. Análisis de textura y color



Figura 19. Análisis de pH y acidez láctica



Figura 20. Análisis de a_w y humedad

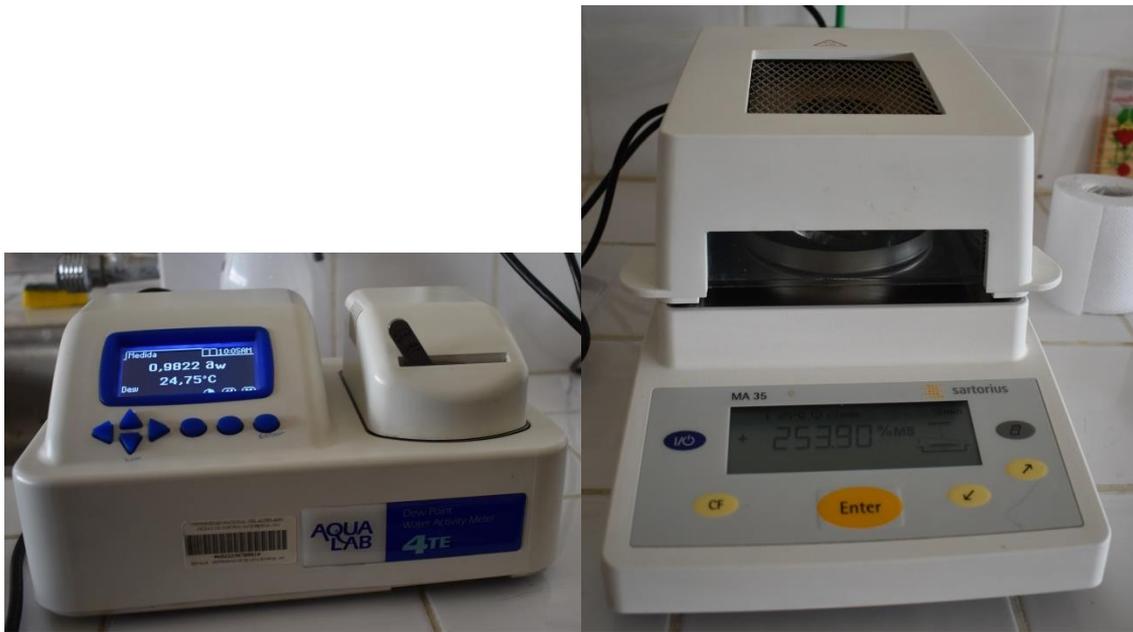


Figura 21. Incubación de los microorganismos



Figura 22. Recuento de microorganismos

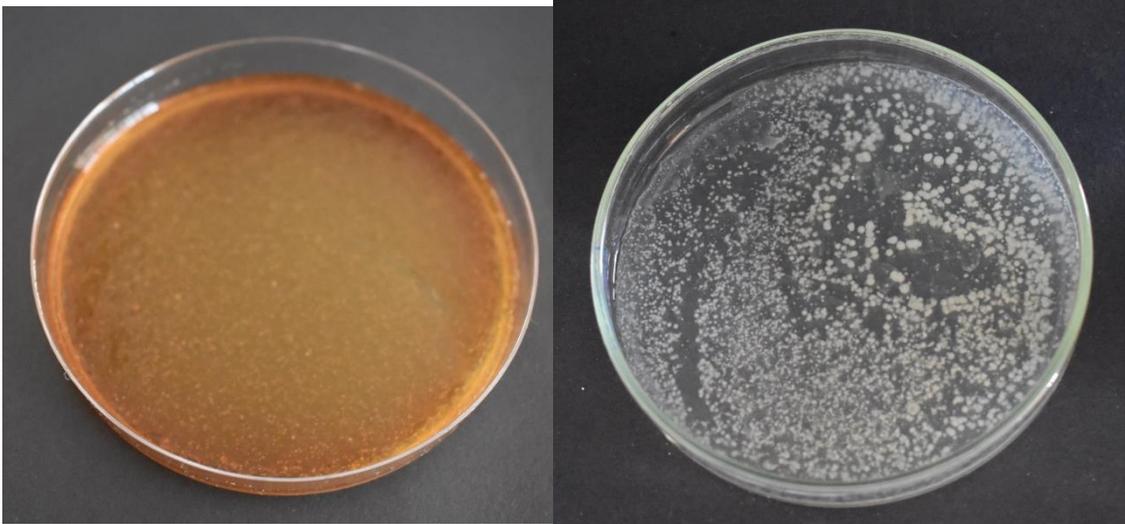


Figura 23. Análisis sensorial

