



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



OXIDACIÓN LIPÍDICA DE LA CARNE DE VACUNO (*Bos taurus*) PROCESADA MEDIANTE LA TECNOLOGÍA *SOUS VIDE*

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RUTH NOHEMI YANAPA SANGA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud
e iluminar mi camino
permitiéndome llegar a esta
etapa importante de mi
vida.

A mi padre que desde el cielo
me impulso a cumplir mis
objetivos, a mi madre por
haberme inculcado y
transmitido valores.

A mis hermanos Henry,
Eliana, Edith, Alfredo por
su gran apoyo.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por compartir sus conocimientos y contribuir en mi formación académica.

Al Ph.D. Juan Marcos Aro Aro por haber confiado en mí, por la orientación profesional en la planificación, ejecución y culminación de la presente tesis.

A los miembros del jurado, M.Sc. César Paul Laqui Vilca, M.Sc. Marielena Calsin Cutimbo, M.Sc. Juan Quispe Ccama, por su profesionalismo demostrado en cada revisión y aprobación de la presente investigación.

A los laboratoristas: Lic. Mary, Sr. Rufino, Sr. Pablo, Sr. Oswaldo por proporcionarme todas las facilidades necesarias en los laboratorios.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 11

ABSTRACT 12

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Carne de vacuno..... 14

2.1.1. Características generales de la carne de vacuno..... 14

2.1.2. Composición de la carne de vacuno..... 16

2.2. Modificaciones fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la carne en la
cocción..... 19

2.2.1. Color..... 19

2.2.2. Textura..... 20

2.2.3. pH..... 21

2.2.4. Contenido de Humedad..... 21

2.2.5. Aspectos microbiológicos..... 21

2.3. *SOUS VIDE*..... 22

2.4. Oxidación de lípidos en productos cárnicos..... 22



2.4.1. Mecanismo de oxidación lipídica.....	23
2.4.2. Sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbiturico (TBARS).	24

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución.....	26
3.2. Materiales y equipos.	26
3.2.1. Material biológico.....	26
3.2.2. Materiales.	27
3.2.3. Equipos.	27
3.2.4. Reactivos.....	28
3.2.5. Medios de cultivo.....	28
3.2.6. Otros materiales.....	28
3.3. Metodología experimental.....	29
3.3.1. Evaluación del efecto del tiempo y temperatura de cocción en <i>SOUS VIDE</i> sobre los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>).....	29
3.3.2. Evaluación del efecto de los tratamientos en la oxidación lipídica de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>) procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	30
3.4. Métodos de Análisis.....	31
3.4.1. Determinación de ácidos grasos.....	31
3.4.2. Determinación de textura.....	31
3.4.3. Determinación de color.....	31
3.4.4. Análisis microbiológico.....	32
3.4.5. Evaluación sensorial.	32
3.4.6. Determinación de ácido 2 tiobarbitúrico (TBARS).	33



3.4.7. Determinación de humedad.....	35
3.4.8. Determinación de la actividad de agua (Aw).....	35
3.4.9. Determinación de pH.....	35
3.5. Diseño estadístico.....	35
3.5.1. Evaluación del efecto del tiempo y temperatura de cocción en <i>SOUS VIDE</i> sobre los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>).....	35
3.5.2. Evaluación del efectos de los tratamientos de la oxidación lipídica de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>) procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	36

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de cocción en <i>SOUS VIDE</i> sobre los ácidos grasos, propiedades físicos (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>).....	38
4.1.1. Determinación de ácidos grasos.....	38
4.1.2. Determinación de textura de la carne de vacuno.....	40
4.1.3. Determinación de color de la carne de vacuno.....	41
4.1.4. Análisis microbiológico de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	43
4.1.5. Análisis sensorial de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	45
4.2. Evaluación del efecto de los tratamientos en la oxidación lipídica de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>) procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	48
4.2.1. Determinación de TBARS.....	48
4.2.2. Determinación de humedad.....	50



4.2.3. Determinación de actividad de agua.....	51
4.2.4. Determinación de pH.....	53
4.2.5. Determinación de Color.....	54
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	74

Área : Ingeniería y Tecnología.

Tema : Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles eficientes.

FECHA DE SUSTENTACIÓN 17 DE ENERO DEL 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo de la carne de vacuno en <i>SOUS VIDE</i>	29
Figura 2.	Análisis sensorial, calificaciones de aceptabilidad general, ternura, sabor y jugosidad.....	47
Figura 3.	Determinación de TBARS de la carne de vacuno durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento refrigerado.....	49
Figura 4.	Humedad (%) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	50
Figura 5.	Actividad de agua (A_w) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	52
Figura 6.	pH de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	53
Figura 7.	Luminosidad (blanco-negro) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	55
Figura 8.	Color a^* (rojo-verde) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	56
Figura 9.	Color b^* (amarillo-azul) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	57
Figura 10.	Bacterias de ácido láctico (log UFC/g) de la carne de vacuno.....	58



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición nutricional de la carne de vacuno por 100 g.	16
Tabla 2.	Composición de lípidos en músculo cárnico de vacuno (100g de carne cocinada).....	18
Tabla 3.	Ácidos grasos (%) de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>).	38
Tabla 4.	Fuerza de corte (N) de la carne de vacuno.	40
Tabla 5.	Color de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>).	41
Tabla 6.	Bacterias de ácido láctico (log UFC/g) y Coliformes fecales (log UFC/g) de la carne de vacuno (<i>Bos taurus</i>).	44
Tabla 7.	Análisis de los atributos sensoriales de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología <i>SOUS VIDE</i>	45



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

%	: Porcentaje.
°C	: Grados Celsius.
ANVA	: Análisis de varianza.
g.	: Gramos.
h	: Hora.
N.D.	: No Detectado.
MDA	: Malonaldehído.
TBAR o TBA	: Ácido 2 tiobarbitúrico.
TBARS	: Sustancia reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico
L	: Luminosidad (blanco-negro)
a*	: Rojo-verde.
b*	: Amarillo-Azul.
SFA	: Ácido graso saturado.
MUFA	: Ácido graso monoinsaturado.
PUFA	: Ácido graso poliinsaturado.
N	: Newton.
Cm	: Centímetros.
UFC	: Unidades formadoras de colonias.
BAL	: Bacterias de ácido láctico.
LTLT	: Baja temperatura durante largo tiempo.



RESUMEN

La oxidación lipídica es uno de los causantes del deterioro durante el procesamiento y la conservación de los alimentos. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la oxidación lipídica de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE* a dos diferentes combinaciones de temperaturas (60 y 80°C) y en tres tiempos (2, 3 y 4 horas) de cocción, como primer objetivo fue evaluar el efecto de temperatura y tiempo de cocción *SOUS VIDE*; ácidos grasos, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial. Las muestras a 80°C por 4 horas de cocción fueron relevantes entre los tratamientos; se obtuvo ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados de 25.03% y 2.12% respectivamente; en textura no se encontró diferencia significativa; luminosidad y a*(verde-rojo) presentaron valores de 57.4 y 11.3 respectivamente; sin embargo no presentó diferencia significativa en b*; 0.84 log UFC/g de bacterias ácidos lácticas; no detectó Coliformes fecales; la aceptabilidad general, ternura y sabor obtuvieron mayor calificaciones a temperatura de 80°C con 7.4, 6.92, 7.12 respectivamente, pero en jugosidad fue en 60°C con calificación 6.60. En segundo objetivo fue evaluar el efecto de los tratamientos en la oxidación lipídica, se analizó: TBARS, propiedades fisicoquímicas (humedad, actividad de agua, pH y color) y análisis microbiológicos (bacterias de ácido láctico y Coliformes fecales), el tiempo de almacenamiento influyó significativamente en TBARS viéndose mayor valor en 60°C por 2 horas de cocción con 0.25 mg MDA/kg de carne, así mismo, influyó significativamente en las propiedades fisicoquímicas y en bacterias de ácido lácticos la cual se proliferó conforme a los días de almacenamiento. No se detectaron Coliformes fecales. La temperatura y tiempo de cocción *SOUS VIDE* afectó en los ácidos grasos, color y análisis microbiológico, los tratamientos de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE* influyó en la oxidación lipídica.

Palabras Clave: Oxidación lipídica, carne de vacuno, *SOUS VIDE*, tiempo y temperatura.



ABSTRACT

Lipid oxidation is one of the causes of spoilage during food processing and preservation. The objective of the present research work was to evaluate the effect of lipid oxidation of beef processed using *SOUS VIDE* technology at two different combinations of temperatures (60 and 80°C) and in three times (2, 3 and 4 hours) of cooking, the first objective was to evaluate the effect of temperature and cooking time *SOUS VIDE*; fatty acids, physicochemical, microbiological and sensory properties. Samples at 80 °C for 4 hours of cooking were relevant between treatments; monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of 25.03% and 2.12% respectively were obtained; no significant difference was found in texture; luminosity and a*(Green-red) presented values of 57.4 and 11.3 respectively; however, there was no significant difference in b*; 0.84 log CFU/g of lactic acid bacteria; did not detect fecal coliforms; The general acceptability, tenderness and flavor obtained higher scores at a temperature of 80°C with 7.4, 6.92, 7.12 respectively, but in juiciness it was at 60°C with a score of 6.60. The second objective was to evaluate the effect of the treatments on lipid oxidation, it was analyzed: TBARS, physicochemical properties (humidity, water activity, pH and color) and microbiological analyzes (lactic acid bacteria and fecal coliforms), the storage time significantly influenced TBARS, seeing a higher value at 60°C for 2 hours of cooking with 0.25 mg MDA/kg of meat, likewise, it significantly influenced the physicochemical properties and lactic acid bacteria which proliferated according to the days of storage . Fecal coliforms were not detected. The temperature and cooking time *SOUS VIDE* affected the fatty acids, color and microbiological analysis, the treatments of the beef processed using the *SOUS VIDE* technology influenced the lipid oxidation.

Keywords: Lipid oxidation, beef, *SOUS VIDE*, time and temperature.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La oxidación lipídica es uno de los causantes del deterioro, además de indeseables cambios en el color, valores sensoriales, durante el procesamiento y la conservación de los alimentos (Estevez, 2011).

La carne de vacuno es fuente de lípidos que proporcionan una parte de las calorías que necesitamos para el funcionamiento de nuestro organismo. Hoy en día la cocción de la carne de vacuno se realiza convencionalmente a temperaturas por encima de ebullición en donde se produce oxidación de lípidos (Toldrá, 2017).

La cocción *SOUS VIDE* es una técnica que consiste en temperaturas bajas a largo tiempo la cocción, se desarrolló originalmente para la industria gastronómica de alto nivel, debido a su facilidad y adecuación para la gestión de los alimentos preparados (Díaz, Garrido, & Bañon, 2011). Además cocinar por el método *SOUS VIDE* reduce la pérdida de agua durante la cocción, daño térmico sobre lípidos derivada de la ausencia de oxígeno en la bolsa y prolonga la vida útil del producto, a comparación de las cocciones más comunes como asar, guisar y freír. (Ghazala *et al.*, 1995; Diaz *et al.*, 2008)

Por ello, el presente estudio se llevó acabo con la finalidad de evaluar la oxidación lipídica de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*. Con los objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la temperatura y del tiempo de cocción en *SOUS VIDE* sobre los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (*Bos taurus*).
2. Evaluar el efecto de los tratamientos en la oxidación lipídica de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Carne de vacuno.

La carne de vacuno es una carne común en muchas culturas, especialmente en la América y Europa. También es una importante fuente de carne para las culturas desde el Medio Oriente, Australia, Argentina, Europa, África, partes del este de Asia y el sudeste de Asia. La carne de vacuno es la tercera carne más consumida en el mundo, contabilizando aproximadamente el 25% de la producción de carne en todo el mundo (USDA U. S., 2011; Singh *et al.*, 2018).

2.1.1. Características generales de la carne de vacuno.

Estructuralmente la carne está constituida por fibras musculares; células multinucleadas, largas y delgadas que se unen entre sí. Cada fibra muscular está rodeada por una membrana celular, el sarcolema, en cuyo interior están contenidas las miofibrillas, complejas de las dos principales proteínas musculares, la actina y la miosina. (Alcázar del Castillo, 2002).

La calidad puede ser expresada como la terneza o blandura de la carne, jugosidad y aroma, la cual se considera el atributo más importante que influye en su calidad sensorial y aceptabilidad de la carne por parte de los consumidores; también influye otros factores como las condiciones físicas, organolépticas y estéticas; el grado de maduración, al aporte nutricional; la frescura del corte; raza y la edad de los animales, la carne de los vacunos viejos suele ser más dura que la de los jóvenes. (Blandino, 2005; Palmer, 2007; Nair *et al.*, 2019)



- **Color:** El color es una de las primeras cualidades de la carne que se detecta a través del sentido visual, en criterio de los expertos el color rojo brillante es el que atrae de una manera positiva, siendo por el contrario en rechazo, el rojo apagado o tonos pardos (Samaniego & Carpio, 2017).

El color rojo de la carne es producto de la presencia de una proteína denominada mioglobina, la química del color de la carne depende del estado de la mioglobina, debido a la tensión del oxígeno sobre el tejido la carne tiende a oxidarse, tomando entonces el color café característico, ya que cuando el oxígeno molecular (dos átomos de oxígeno en una molécula) se une a ella forma la oximioglobina y produce un color brillante. (Totosaus *et al.*, 2014)

- **La Terneza:** Denominada también textura de la carne, está relacionada con su capacidad para dejarse cortar y masticar, tiene que ver con la apariencia que presentan las fibras musculares y por el tejido conectivo, cuyo principal constituyente es el colágeno, las características del colágeno dependen del tipo de músculo y del animal, particularmente de su edad al sacrificio, cuenta también en esta característica el importe de grasa y el tipo de enzimas presentes en el músculo, de manera que, la presencia de grasa infiltrada o veteado contribuye positivamente a la sensación de terneza. (Samaniego & Carpio, 2017).
- **Jugosidad:** La jugosidad de la carne depende de la cantidad de agua retenida entre las fibras musculares, unida a la cantidad de grasa cuando se la cocina, su importancia radica en que incrementa el sabor y contribuye a la blandura de la carne, estimulando la producción de saliva. La



jugosidad de la carne se puede comprobar en un momento inicial cuando se la mastica, y posteriormente el momento del fundido de la grasa infiltrada que inunda la cavidad bucal (Samaniego & Carpio, 2017).

2.1.2. Composición de la carne de vacuno.

La carne de vacuno se compone como cualquier otra carne en proteínas, agua, grasa y una pequeña cantidad de ceniza (materia inorgánica como los minerales) y muy poco de carbohidrato (Kauffma, 2011).

La carne es uno de los alimentos más nutritivos y apetecidos por el hombre; es una excelente fuente de proteínas de gran calidad, minerales y vitaminas de complejo B. La carne está constituida por un 75% de agua, casi el 20% de su peso son proteínas; la grasa varía según los cortes y grado de cebamiento del animal: 10-15% en carnes con poca grasa y 15-25% para las muy grasosas (Blandino, 2005).

Tabla 1. Composición nutricional de la carne de vacuno por 100 g.

Producto	Agua	Proteínas	Grasas	Cenizas
Carne de vacuno	75.9	21.3	1.6	1.1
pulpa				

Fuente: Reyes *et al.*, (2017).



2.1.2.1. Lípidos y ácidos grasos de la carne.

La composición de ácidos grasos de la carne es un factor importante en su evaluación de calidad de la carne, que influye en los canales, el atractivo visual, el sabor, valor nutricional, la conservación y aceptabilidad de la carne. (Wood *et al.*, 2004; Shingfield *et al.*, 2013; Purslow, 2017)

Las grasas o lípidos son los componentes mayoritarios de las carnes, después de las proteínas. Los lípidos están constituidos por ácidos grasos, que pueden encontrarse de forma libre o compuestos. En el organismo, los lípidos se localizan en el tejido adiposo (a nivel subcutáneo e intramuscular) y en el tejido muscular. Tiene la propiedad común de ser relativamente insolubles en agua y soluble en solvente no polares como el éter, el cloroformo y el benceno. Así, los lípidos incluyen grasas, aceite, ceras y compuestos relacionados (Freda, 2001; USDA, 2002; Haba, 2014).

Los lípidos del músculo cárnico están mencionados en la Tabla 2.



Tabla 2. Composición de lípidos en músculo cárnico de vacuno (100g de carne cocinada).

INDICADOR	RES
Total grasa (g)	9.91
Colesterol (mg)	86.00
ACIDOS GRASOS	
Grasa total (g)	3.79
C10:0	0.01
C12:0	0.01
C14:0	0.28
C16:0	2.25
C18:0	1.22
Mono, total (g)	4.17
C16:1	0.35
C18:1	3.8
C20:1	0.01
Poli, total (g)	0.34
C18:2	0.27
C18:3	0.03
C20:4	0.04
Saturados	38.24
Monoinsaturados	42.08
Poliinsaturados	3.43

Fuente: USDA, (2002).



2.2. Modificaciones fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la carne en la cocción.

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 a la gama de la carne a través de cambios físicos y bioquímicos producidos como en los lípidos y otros componentes, y que son inducidos por el aumento de la 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).

2.2.1. Color

En la carne cocinada, el color de la misma viene determinado por el grado de desnaturalización de la mioglobina en un primer momento, cuando se aplica el calor a la carne, la mioglobina tiende a oxidarse dando lugar a la formación de metamioglobina; sin embargo, si esta aplicación de color continua, la mioglobina se desnaturaliza dando lugar a un pigmento de color marrón llamado globinahemicromogeno. Por tanto, el color final de la carne cocinada dependerá de la proporción inicial de mioglobina que haya en el musculo. La desnaturalización de la mioglobina comienza a los 55-65 °C carnes, produciéndose la mayor parte de la desnaturalización entre los 75-80 °C (King & Whyte, 2006).

La carne cocinada al vacío utilizando bajas temperaturas (por debajo de 65 °C y prolongados tiempos, presenta una menor desnaturalización de la mioglobina y muestra un color más rojizo en comparación con las carnes cocinadas mediante métodos tradicionales (Garcia *et al.*, 2007). Según Schafheitle, (1990), el proceso *SOUS VIDE*



minimiza la pérdida de color en mayor porción que otros métodos de cocinado y empaquetado convencionales.

2.2.2. Textura.

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

Cuando la carne es cocinada por encima de los 60-62°C el tejido conectivo comienza a desnaturalizarse, lo que conlleva a un ablandamiento de la carne, y continúa gradualmente con el tiempo. Por tanto, en lo referente a los cambios producidos en el colágeno por acción del calor, el tiempo juega un papel igual de importante como la temperatura. A nivel estructural, la desnaturalización del tejido conectivo por acción del calor da lugar a fibras musculares con un aspecto granuloso (Bechtel, 1986; Beilken *et al.*, 1986; Garcia *et al.*, 2007; Baldwin, 2012; Yang *et al.*, 2020)

Además de la desnaturalización del colágeno, incrementa la ternura de la carne a temperaturas en torno a los 60°C también es debido a que las proteínas sarcoplasmáticas se agregan formando un gel, el cual facilita la masticación de la misma. Este hecho tiene lugar en el intervalo de temperaturas comprendido entre los 40 y 60°C, aunque en ocasiones se puede extender hasta los 90°C (Diaz, 2009). En cambio, la desnaturalización de las proteínas miofibrilares provoca un endurecimiento de la carne, lo que comienza a producirse por debajo de los 60°C, llegando a ser más intenso por encima de los 70°C (Laakkonen *et al.*, 1970; Ruíz *et al.*, 2013). Como se comentó anteriormente, estos cambios de textura son debidos a los cambios estructurales que se producen al desnaturalizarse las proteínas, y son bastantes notables cuando se cocina la carne a partir de 70°C (Garcia *et al.*, 2007)



La pérdida de agua desde el tejido muscular debido al tratamiento térmico, contribuye también al endurecimiento de la carne durante el cocinado por encima de 60 °C (Ruiz *et al.*, 2013).

2.2.3. pH.

El aumento en el pH de la carne después de la cocción generalmente se atribuye a la división de los enlaces que involucran diferentes grupos sulfhidrilo e hidroxilo (Oz & Seyyar, 2016).

2.2.4. Contenido de Humedad.

El contenido de humedad se ve afectada 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 es consistente con la encontrada en las pérdidas de peso, las muestras cocinadas a 80 °C muestran un contenido de humedad más bajo que aquellas cocinadas a 60 ° y 70 °C (Roldán *et al.*, 2013; Jeong *et al.*, 2018).

2.2.5. Aspectos microbiológicos

Las temperaturas necesarias para conseguir una textura adecuada en el alimento puedan no ser capaces de asegurar la conservación del alimento durante el almacenamiento. En este sentido, la seguridad de los productos sous-vide, ya que la supervivencia de patógenos durante el tratamiento depende de la carga inicial (Nyati, 2000).



2.3. *SOUS VIDE*.

SOUS VIDE significa “bajo vacío” consiste en la cocción de alimentos en condiciones controladas de temperatura y tiempo, en el interior de bolsas al vacío termoestables. En la literatura científica, la denominación LTLT (baja temperatura durante largo tiempo) también se puede utilizar (Ruiz *et al.*, 2013; Uttaro *et al.*, 2019).

El cocinado *SOUS VIDE* surge como un método de cocinado y enfriado donde la combinación de tratamientos térmicos suaves, técnicas de envasado y almacenamiento a bajas temperaturas permiten obtener platos preparados de alta calidad, y lo que es importante con larga vida comercial. La cocción al vacío se puede realizar en baño de agua o en un horno de vapor por convección (Díaz, 2009; Purslow, 2017).

Investigaciones anteriores indican que la cocción *SOUS VIDE* puede proporcionar una textura y un color más consistentes y atractivos, aumentar la retención de humedad y limitar el cruce de contaminación durante el almacenamiento (Church & Parsons, 2000; Keller *et al.*, 2008; Sun *et al.*, 2019).

2.4. Oxidación de lípidos en productos cárnicos.

La oxidación lipídica ocurre mediante un mecanismo auto catalítico de radicales libres llamado auto oxidación, que consiste de tres fases: iniciación, propagación y terminación. Se inicia con la quita de un átomo de hidrógeno del grupo metileno localizado entre dos dobles enlaces de un ácido graso y se forma un radical con carbono central (Fernandez *et al.*, 1997; Stahl, 2000).

El desarrollo de rancidez lleva a la formación de numerosos compuestos que tienen efectos adversos sobre los atributos de calidad (olor, sabor, color, textura) y el



valor nutritivo, ya que involucra la pérdida de ácidos grasos esenciales y vitaminas, generando además compuestos tóxicos, razón por la cual este proceso puede afectar la vida útil de las carnes procesadas (Estévez & Cava, 2006).

La oxidación lipídica en productos cárnicos es un proceso complejo y su dinámica depende de numerosos factores incluyendo la composición química del producto, el procedimiento tecnológico empleado en la manufactura, el acceso a la luz y al oxígeno, la temperatura de almacenamiento. Por lo tanto, puede ocurrir en las materias primas, durante el procesamiento o en el producto final durante su almacenamiento (Frankel, 2012).

2.4.1. Mecanismo de oxidación lipídica.

La oxidación de los lípidos se produce como la de muchos otros compuestos orgánicos mediante un mecanismo de cadena de radicales libres, que puede describirse en términos de procesos de iniciación, propagación y terminación. Estos procesos a menudo consisten en una serie compleja de reacciones secuenciales y superpuestas. (Frankel, 2012)

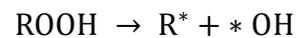
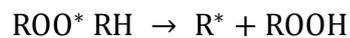
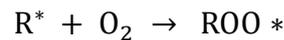
- **Iniciación:** Comienza por una reacción que divide a la molécula del ácido graso en dos radicales libres, debido a la acción catalítica de algunos factores como luz, calor o ciertos cationes metálicos, o bien a las actividades de diversas enzimas presentes en el músculo, como las peroxidasas leucocitarias o las lipoxigenasas microsomales y citosólicas. (Bello, 2008)



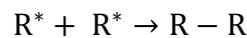
- **Propagación:** los radicales libres formados reaccionan con el oxígeno para dar lugar a radicales peróxidos (ROO^*), que a su vez reaccionan con los dobles



enlaces de los ácidos grasos para formar hidroperóxidos (ROOH), en cuanto compuestos primarios de la oxidación. Como estos hidroperóxidos son muy inestables y reactivos, se descomponen mediante una división homolítica, catalizada por algunos iones metálicos presentes, particularmente Cu^2 y Fe^2 para formar radicales alcoxy (RO^*) y radicales hidroxilos ($^*\text{OH}$). (Bello, 2008)



- Finalización: finalmente, los radicales libres reaccionan entre ellos y se neutralizan mediante condensaciones moleculares, dando lugar a polímeros que también pueden ser degradado para formar moléculas volátiles. (Bello, 2008)



2.4.2. Sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbiturico (TBARS).

Existe un amplio número de técnicas analíticas para determinar la oxidación lipídica de la carne (Zacatula, 2009), pero se pueden agrupar en dos grandes grupos, dependiendo del tipo de producto del proceso oxidativo que cuantifican. Según Fernández *et al.*, (1997) indican que para determinar la oxidación primaria se cuentan los peróxidos de la muestra o la pérdida de ácidos grasos insaturados. Mientras que para estimar la oxidación secundaria, se miden los grupos carbonilos o el



malondialdehído (MDA), con la prueba del ácido 2- tiobarbitúrico (Gray & Monahan, 1992; Frankel, 2012).

Según Laguerre *et al.* (2007), el test del ácido tiobarbitúrico, implica la reacción de ácido tiobarbitúrico con malonaldehído producido por la descomposición del hidroperóxido de lípidos para formar un cromóforo rojo con pico de absorbancia a 532 nm. Este complejo color rojo resulta de la condensación de 2 moles de TBA y 1 mol de malonaldehído, bajo el efecto conjunto de la temperatura media y pH. TBA se define como la cantidad de malonaldehído (en mg) presente en 1 kg de muestra.

Muchos factores afectan la producción del color rosa en la prueba TBARS, incluyendo temperatura y tiempo de calentamiento, pH, iones metálicos y antioxidantes. (Frankel, 2012)



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las siguientes instalaciones:

- Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en el laboratorio de cromatografía y espectrometría donde se determinó los ácidos grasos.
- Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial donde se utilizó los siguientes laboratorios:
 - Laboratorio de investigación multidisciplinario, se realizó los siguientes análisis: TBARS, pH y análisis microbiológico.
 - Laboratorio de poscosecha, donde se analizó la textura y el color.
 - Laboratorio de biotecnología de alimentos, donde se analizó la actividad de agua y humedad.
 - El análisis sensorial se realizó en las cabinas sensoriales.

3.2. Materiales y equipos.

3.2.1. Material biológico.

La carne (lomo) de vacuno de raza brown swiss de 2 años de edad, se adquirió del mercado Central de Puno.



3.2.2. Materiales.

- Probeta (100 ml).
- Pipetas volumétricas (1, 5 y 10 ml).
- Vaso de precipitado (100 y 200 ml).
- Placas petri Pírex.
- Tubos de ensayo Pírex.
- Frascos Pírex.
- Matraz Pírex.
- Papel filtro.
- Espátula de acero inoxidable.
- Mechero bunsen.
- Piseta (PVC).
- Cuchillo de Acero Inoxidable.
- Tablas de picar.
- Porta pipetas.
- Bolsas de poliamida-polipropileno.
- Jarras (1L).
- Bandejas.

3.2.3. Equipos.

- *SOUS VIDE* marca Oliso y Supreme.
- Balanza Analítica digital, marca Henkel, peso mínimo de 300 g /0.001 g.
- Vortex Mixer, EuroLab.
- Incubadora IB-9025A BOECO Germany.



- Autoclave EUROTECH.
- Licuadora (Oster).
- Analizador de Humedad electrónico PMC RADWAG.
- Medidor de actividad de agua Aqua Lab 4tE.
- Colorímetro SC20.
- Texturómetro CT2 BROOKFIELD.
- Espectrofotómetro UV752 EUROTECH.
- pH metro digital Mi 150 Milwaukee.
- Centrífuga, LC-04R EuroLab.
- Selladora al vacío, vacuum systems HENKELMAN.
- Refrigerador GB40BVP LG.

3.2.4. Reactivos

- Ácido 2-tiobarbitúrico, Merck.
- Malondialdehído bis1, Merck.
- Hipoclorito de sodio al 5%.
- Ácido tricloroacético 5%, Merck.

3.2.5. Medios de cultivo.

- Agar Rogosa BIOMARK.
- Agar TBX (Tryptona-Bilis-X-glucurónido) MERCK.

3.2.6. Otros materiales.

- Papel aluminio.
- Marcadores.

3.3. Metodología experimental.

3.3.1. Evaluación del efecto del tiempo y temperatura de cocción en *SOUS VIDE* sobre los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

En esta primera etapa se evaluó en las temperaturas de 60 y 80 °C y en los tiempos de 2 y 4 horas en el proceso de cocción en *SOUS VIDE*, la carne procesada por medio de la tecnología de *SOUS VIDE* se tomó como referencia a Roldan *et al.*, (2014), como se muestra en la figura 1.

A las muestras se evaluaron los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), propiedades microbiológicas (bacterias de ácido láctico y Coliformes fecales).

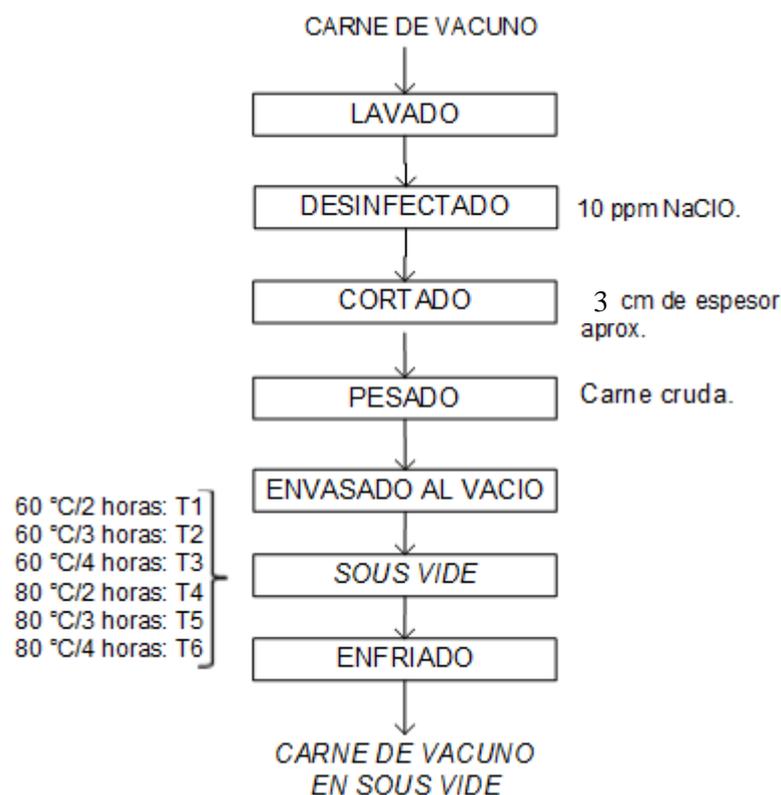


Figura 1. Diagrama de flujo de la carne de vacuno en *SOUS VIDE*.

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



- Descripción de los procesos
 - **Lavado:** Se realizó el lavado con el fin de eliminar impurezas.
 - **Desinfección:** Se realizó la desinfección con una solución de hipoclorito de sodio al 10 ppm.
 - **Cortado:** Se realizó corte horizontal, con espesor aproximado de 3x3 cm.
 - **Pesado:** En una balanza analítica se pesó aproximado 20 a 23 gramos de carne.
 - **Envasado al vacío:** Las muestras fueron envasados en bolsas de poliamida/polipropileno, con el fin de proteger al producto de la contaminación.
 - **SOUS VIDE:** Este proceso se realizó a diferentes temperaturas 60 y 80 °C y tiempo de 2, 3 y 4 horas de cocción.
 - **Enfriado:** Las bolsas de la carne *SOUS VIDE* se sumergieron en agua de temperatura ambiente durante una hora.

3.3.2. Evaluación del efecto de los tratamientos en la oxidación lipídica de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En esta etapa se evaluó las muestras obtenidas en diferentes temperaturas (60 y 80°C) y tiempos (2, 3 y 4 horas) de cocción, las cuales fueron almacenados en una refrigeradora a temperatura de 2 °C durante 21 días. Para la evaluación de la oxidación lipídica se tomaron muestras a los 0, 7, 14 y 21 días, evaluando TBARS, humedad, actividad de agua, pH, color, análisis microbiológico.



3.4. Métodos de Análisis.

3.4.1. Determinación de ácidos grasos.

Se pesó 100 mg de muestra troceada. Se disolvió la muestra en un tubo de ensayo de tapa rosca en 10 ml de hexano. Se añadió 100 μ L de hidróxido de potasio 2 Normalidad en Metanol (11.2 g en 100 mL). Se homogenizó la muestra en un vortex durante 30 segundos, luego se centrifugó. Luego se transfirió con un micropipeta automático de 2 ml, el sobrenadante transparente del tubo, a un vial de muestra. Los análisis se realizaron mediante un cromatógrafo Agilent Technologies 6890N (Frank *et al.*, 2003).

3.4.2. Determinación de textura.

La determinación de textura para las muestras se realizó con un texturómetro CT2 BROOKFIELD diseñada para determinar la fuerza de corte de alimento. Se tomó las muestras de 2.5 cm de largo, 2.5 cm de ancho y 2.5 cm de altura. Las muestras fueron colocadas sobre un cubo de madera de 5cm de largo, 5 cm ancho y 5 cm de altura, con 2 mm de espacio en el centro del cubo, que permitió el corte perpendicular a las fibras de las muestras por la cizalla del texturómetro. Se tomó los siguientes parámetros; celda de carga= 25 kg, deformación=20 mm, velocidad =5.0 mm/s (Wheeler *et al.*, 2005).

3.4.3. Determinación de color.

La determinación del color se realizó mediante un colorímetro. Se realizó un corte perpendicular a la muestra, desde los diferentes puntos del centro del corte de la muestra se hizo la lectura por medio del colorímetro, se aseguró que no exista espacio entre la



carne y el lente del colorímetro y las coordenadas utilizadas fueron; L, a* y b*, del sistema CIELAB. (Liu *et al.*, 1996; Alberti *et al.*, 2005; Ripoll *et al.*, 2008).

3.4.4. Análisis microbiológico.

Inicialmente se tomó muestras de carne cruda con el objetivo de determinar el estado microbiológico inicial, como también se tomó las muestras tratadas en *SOUS VIDE*, se transfirió asépticamente una muestra de 10 gramos a un envase de 90 ml de agua de peptona tamponada al 0.1% obteniendo la maceración inicial. Recuento de bacterias de ácido láctico (BAL), que se determinó usando agar Rogosa SL agar y por incubación a 37°C durante 72 horas y finalmente, el recuento de coliformes, se determinó usando agar TBX (Tryptona- Bilis- X-glucurónido), se incubó las placas a 37 °C durante 24 horas. Los resultados se expresaron como log UFC/g (Aro *et al.*, 2010).

3.4.5. Evaluación sensorial.

La evaluación de los atributos sensoriales de la carne de vacuno fue analizada por 75 panelistas consumidores de carne, no entrenados (Oliveira *et al.*, 2019). La evaluación sensorial se realizó después de la cocción *SOUS VIDE*, las muestras se cortaron en cubos con un grosor aproximado de 1,25 cm², a temperatura aproximada de 50°C, se codificaron con números de 3 dígitos y las muestras se presentaron en platos blancos, las cuales se presentaron al azar a los panelistas. Para eliminar cualquier tipo de regusto, los panelistas consumieron galletas y agua entre comer muestras de carne. Los panelistas realizaron las pruebas durante la mañana (entre las 08:00 y las 11:00 am aproximadamente) utilizando cabinas sensoriales individuales. Los atributos sensoriales se midieron mediante una escala hedónica que varió desde 1 a 9 de la siguiente manera: 1= muy desagradable; 2= no me gustó; 3= moderadamente desagradable; 4= ligeramente desagradable; 5=



indiferente; 6= me gustó un poco; 7= me gustó moderadamente; 8= me gustó; y 9= me gustó mucho.), los panelistas analizaron la carne según su sabor, y aceptabilidad general.

Además, se pidió a los panelistas que calificaran la ternura y jugosidad usando una escala hedónica de 9 puntos; 1= extremadamente duro o seco, 2= muy duro o seco, 3= moderadamente duro o seco, 4= ligeramente duro o seco, 5= neutro, 6= ligeramente tierno o jugoso, 7= moderadamente tierno o jugoso, 8= muy tierno y jugoso, 9= extremadamente tierno o jugoso (Sun *et al.*, 2019).

3.4.6. Determinación de ácido 2 tiobarbitúrico (TBARS).

- Curva estándar.

En una fiola de 25 ml se pesó 0.4911 gramos de malonaldehído, se aforó con agua destilada, 100 uL de dicha solución se transfirió en un tubo de ensayo de tapa rosca, y se adicionó 9900 uL de agua destilada, de la cual se transfirió en un tubo de ensayo de tapa rosca 1000 uL y se agregó 9000 uL de agua destilada, a partir de ella en tubos de ensayos de tapa rosca se prepararon series de soluciones como se presenta en el Anexo IV.1. Los tubos de ensayo se colocaron en un baño de agua a 87 °C durante 35 minutos y posteriormente se enfriaron por 5 minutos en un baño de agua fría. La absorbancia de los estándares se midió a 532 nm. Se graficó la curva estándar en relación de la absorbancia de los estándares y la concentración de malonaldehído véase el Anexo IV.2. (Rosmini *et al.*, 1996)

- Preparación del blanco.

El blanco se preparó en tubos de ensayo con tapa rosca, 5 ml de agua destilada y 5 ml de solución TBARS, esta mezcla fue centrifugada a 1200 rpm durante 20 segundos. Los tubos de ensayo se colocaron en un baño de agua a ebullición, durante 35 minutos, luego



se enfriaron por 5 minutos en un baño de agua, tras lo cual las muestras se homogenizaron en un vortex. Finalmente la absorbancia se midió con un Espectrofotómetro a 532 nm (Rosmini *et al.*, 1996).

- Preparación de la muestras.

Sustancias reactivas al ácido 2 tiobarbitúrico (TBARS) se empleó el método con ligeras modificaciones descrito por: (Rosmini *et al.*, 1996; Frankel, 2012; Zhang *et al.*, 2016).

Se pesó 5 gramos de muestra, se homogenizo con 25 ml de ácido tricloroacético (5%) durante 40 segundos. En una congeladora reposó a -10°C durante 15 minutos, para mejorar la precipitación, se filtró en un vaso precipitado a través del papel de filtro Watman N° 1 para eliminar impurezas. Se transfirió 1 ml del filtrado, en un tubo de ensayo de tapa rosca y se adicionó 1 ml de ácido 2 tiobarbitúrico a una relación de 1:1 esta mezcla fue centrifugada a 1200 rpm durante 20 segundos. Los tubos de ensayo se colocaron en un baño de agua a ebullición, durante 35 minutos, luego se enfriaron por 5 minutos en un baño de agua, tras lo cual las muestras se homogenizaron en un vortex. Finalmente la absorbancia se midió en un espectrofotómetro a 532 nm. Al resultado obtenido se le restó el valor del blanco preparado anteriormente. Las concentraciones se expresaron en mg de MDA/Kg de carne de acuerdo a los valores obtenidos de la curva estándar y el cálculo se realizó utilizando la siguiente ecuación.

$$TBARS = \frac{((Am - Ab) + 0.0036)}{0.4644}$$

Donde:

Am: Absorbancia de la muestra.

Ab: Absorbancia del blanco.



3.4.7. Determinación de humedad.

Se analizó en un equipo de humedad electrónico, se pesó 2 gramos de muestra troceado. Por último, se colocó las muestras en el equipo a temperatura de 125 °C durante 20 minutos (Rarwang, 2015).

3.4.8. Determinación de la actividad de agua (Aw).

La actividad de agua se midió en el equipo AquaLab. Se pesó 2 gramos de muestra troceada, se colocó la muestra en cubeta del equipo AquaLab, la cual se procedió a la lectura a temperatura de 25 °C (Herrero *et al.*, 2008).

3.4.9. Determinación de pH.

Se pesaron 10 gramos de carne en un vaso de precipitado se licuó con 100 ml de agua destilada hasta que estén uniformemente suspendidas y se colocó en un vaso precipitado de 100 ml, se introdujo en la muestra diluida el electrodo del pH metro digital previamente calibrado utilizándolo según las instrucciones en el manual del fabricante digital y finalmente se tomó la lectura de pH. (Lutz Instituto Adolfo, 2008)

3.5. Diseño estadístico.

3.5.1. Evaluación del efecto del tiempo y temperatura de cocción en *SOUS VIDE* sobre los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

- Para ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color) y microbiológico.

Se utilizó análisis de varianza (ANVA) con valor de $p < 0.05$, se consideró estadísticamente significativo; mediante Diseño Factorial Completamente al Azar

(DFCA). Se realizó la prueba de comparación de Duncan para efectuar comparaciones múltiples. Se analizó usando el Software STATGRAPHICS Centurión VXI.

- Evaluación sensorial.

Se realizó mediante el Diseño Estadístico Bloque Completamente al Azar. Se consideró la diferencia significativa cuando $p < 0.05$. La parte estadística se analizó usando el Software STATGRAPHICS Centurión VXI. Se aplicó el diseño estadístico modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicada en el j-ésimo bloque (panelistas) que recibe el tratamiento (temperatura y tiempo de cocción) i

μ = Media de las observaciones.

τ_i = Es el efecto de las combinaciones de temperatura y tiempo de cocción.

β_j = Es el efecto del bloque (panelistas).

ε_{ijk} = Es el error experimental.

3.5.2. Evaluación del efectos de los tratamientos de la oxidación lipídica de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Se utilizó análisis de varianza (ANVA) con valor de $p < 0.05$, se consideró estadísticamente significativo; mediante Diseño Factorial Completamente al Azar (DFCA). Se realizó la prueba de comparación de Duncan para efectuar comparaciones múltiples. Se analizó usando el Software STATGRAPHICS Centurión VXI.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta) + \varepsilon_{ijk}$$



$i = 1, 2, \dots$, son los niveles de carne cruda y los tratamientos ($60^\circ\text{C}/2\text{ h}$, $60^\circ\text{C}/3\text{ h}$, $60^\circ\text{C}/4\text{ h}$, $80^\circ\text{C}/2\text{ h}$, $80^\circ\text{C}/3\text{ h}$ y $80^\circ\text{C}/4\text{ h}$); $j = 1, 2, \dots$, niveles de los días de almacenamiento $k = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones).

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta de interacción de los tratamientos i y j días de almacenamiento.

μ = Promedio general.

α_i = Efecto de las combinaciones de temperatura y tiempo de cocción.

β_j = Efecto de los días de almacenamiento.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de las combinaciones de temperatura y tiempo de cocción y días de almacenamiento.

ε_{ijk} = Efecto del error experimental.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de cocción en *SOUS VIDE* sobre los ácidos grasos, propiedades físicas (textura y color), microbiológico y sensorial de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

4.1.1. Determinación de ácidos grasos.

En la tabla 3. Se muestra los resultados obtenidos de los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA) de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE*, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en el tiempo y temperatura de cocción (Anexo I.1 y Anexo I.2).

Tabla 3. Ácidos grasos (%) de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

Ácidos grasos (%)	Carne cruda	60 °C		80 °C	
		2 horas	4 horas	2 horas	4 horas
Ácido Mirístico C14:0	1.8	2.13	2.07	0.97	0.61
Ácido Pentadecanoico C15:0	0.3	0.61	0.45	0.2	N.D
Ácido Palmítico C16:0	21.67	27.27	24.13	21.4	14.79
Ácido Palmitoleico C16:1n-7	2.04	1.71	2.96	1.42	1.3
Ácido Heptadecanoico C17:0	1.01	1.85	1.49	0.67	0.23
Ácido Esteárico C18:0	35.56	26.11	21.23	38.63	47
Ácido Oleico C18:1 n-9	27.7	34.43	41.41	28.61	23.2
Ácido Linoleico C18:2 n-6	4.82	1.25	1.21	2.4	2.12
Ácido Araquídico C20:0	1.84	0.41	0.34	0.38	N.D
Cis-11-ácido Eicosenoico	0.34	0.26	0.36	0.21	0.52
ΣMUFA	30.08±0.44	36.4±0.02	44.73±0.15	30.24±0.13	25.03±0.42
ΣPUFA	4.82±0.18	1.25±0.02	1.2±0.03	2.4±0.03	2.12±0.03

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrometría-Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Anexo III)



MUFA: ácidos grasos monoinsaturados; PUFA: ácidos grasos poliinsaturados.

El valor promedio en los ácidos grasos monoinsaturados de la carne cruda fue 30.08 % y ácidos grasos poliinsaturado fue de 4.82 %, sin embargo Modzelewska *et al.*, (2019) reportaron valores de 47.76 % de ácidos grasos monoinsaturados y 3.28 % de ácidos grasos poliinsaturados.

Los resultados muestran que a mayor temperatura (80 °C) y tiempo (4 horas) de cocción afectó la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados disminuyendo al 25.03 % a comparación de la menor temperatura (60 °C) que presentó mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados. Según la prueba de comparación Duncan (Anexo I.1.1), nos indica que a menor temperatura (60 °C) y a mayor tiempo (4 horas) de cocción mayor fue la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados 44.73%, estos resultados contrastan con de Alfaia *et al.*, (2010), quienes reportaron un mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) en la carne de res, en diferentes tipos de cocción como a la parrilla, microondas y en ebullición, así mismo Rasinska *et al.*, (2019) obtuvieron mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) en la cocción *SOUS VIDE* a comparación de las cocciones como rostizada y en ebullición de la carne de conejo.

Los ácidos grasos poliinsaturados se vieron afectados por la temperatura y tiempo de cocción, según la prueba de comparación Duncan (Anexo I.2.1) nos indica que a mayor temperatura (80 °C) y a menor tiempo (2 horas) de cocción fue mayor el contenido de los ácidos grasos poliinsaturados con 2.4 %, sin embargo los estudios de Modzelewska *et al.*, (2019) reportó que no hubo diferencia significativa en los ácidos grasos poliinsaturados en la carne de res cocida al vapor y *SOUS VIDE* por lo cual no influyó la temperatura de cocción sin embargo, Rasinska *et al.*, (2019) quienes informaron mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados de la carne de conejo cocinada en ebullición

y en *SOUS VIDE* a comparación del asar a la parrilla. La detección de los ácidos grasos dependerá del método analítico a utilizar. Los factores que intervienen en la composición de los ácidos grasos, son la alimentación y la raza del ganado (Modzelewska *et al.*, 2019). La oxidación provoca la pérdida de los ácidos grasos por el cambio de la composición de los mismos (Falowo, Muchenje, & Hugo, 2017).

4.1.2. Determinación de textura de la carne de vacuno.

En la tabla 4. Se muestra los resultados obtenidos de la fuerza de corte de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, no se encontró diferencia significativa al $p < 0.05$ (Véase Anexo I.3) en temperatura y tiempo de cocción.

Tabla 4. Fuerza de corte (N) de la carne de vacuno.

Temperatura	Tiempo	Textura
Carne cruda		53.54±7.92
60 °C	2 horas	35.13±2.4
	4 horas	39.24±5.25
80 °C	2 horas	32.79±1.13
	4 horas	35.58±3.1

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la temperatura y tiempo de cocción no afectó la fuerza de corte de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, sin embargo Ismail *et al.*, (2019) estudiaron la fuerza de corte del filete de carne de vacuno tratado en *SOUS VIDE* a temperatura de 75 °C y tiempo de 6 horas de cocción, produjo mayor fuerza de corte 47.42 N. Las pérdidas de agua del tejido muscular al calentarse también contribuyen al endurecimiento de la carne. (Baldwin, 2012).

Según Bechtel, (1986) cuando la carne es cocinada por encima de los 60-62°C el tejido conectivo comienza a desnaturalizarse, lo que conlleva a un ablandamiento de la carne y continua gradualmente con el tiempo (Beilken *et al.*, 1986). En lo referente a los cambios producidos en el colágeno por acción del calor, el tiempo juega un papel igual de importante como la temperatura. A nivel estructural, la desnaturalización del tejido conectivo por acción del calor de lugar a fibras musculares con un aspecto granuloso (García *et al.*, 2007).

4.1.3. Determinación de color de la carne de vacuno

En la tabla 5. Se muestra los resultados obtenidos de color (Luminosidad, a* y b*) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, en la Luminosidad (blanco-negro) y a* (rojo-verde) se encontró diferencia significativa al $p < 0.05$ (Anexo I.4 y Anexo I.5) en la temperatura de cocción en *SOUS VIDE*, sin embargo no se encontró diferencia significativa véase Anexo I.6. en los valores de b* (amarillo-azul).

Tabla 5. Color de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

Temperatura	Tiempo	Color		
		L	a*	b*
60 °C	Carne cruda	43.9±4.2	19±0.9	5.8±0.2
	2 horas	63.9±3.9	16.5±1.5	9.3±1.5
	4 horas	62.5±1.7	15.9±0.4	9.2±1.0
80 °C	2 horas	61±2.1	12.1±0.6	10.7±1.6
	4 horas	57.4±2.5	11.3±0.9	10.3±0.7

Fuente: Elaboración propia.

L: luminosidad (blanco-negro); a*: rojo-verde; b*: amarillo-azul.



En la tabla 5 se observa menor luminosidad en la carne cruda ya que no se sometió a ningún tipo de tratamiento; por otro lado, entre los tratamientos la temperatura afectó la luminosidad de la carne de vacuno donde la prueba Duncan véase Anexo I.4.1 nos indica que a menor temperatura (60 °C) de cocción, mayor es la luminosidad (blanco-negro) siendo valores de 63.9 a 62.5 en 2 y 4 horas cocción respectivamente, por lo cual, estaba de acuerdo con los resultados reportados por Ismail *et al.*, (2019) nos indica que la luminosidad de los filetes de carne de vacuno cocinadas en *SOUS VIDE*, se vieron afectadas por la temperatura de cocción, filetes cocinados a 60 °C obtuvieron color más claro que los filetes cocinados a 75 °C, así mismo Roldán *et al.*, (2013) quienes evaluaron muestras cocinadas a 60 °C mostró valores de luminosidad ligeramente más altos que aquellos cocinados a 70 a 80 °C, nos indica que las muestras cocinadas a bajas temperaturas (que retuvieron una mayor cantidad de agua), liberaron agua a la superficie durante el corte para la medición del color, mientras que las muestras que perdieron una mayor cantidad de agua durante la cocción tienden tener una cantidad menor de agua exudada en la superficie.

En la tabla 5., se observa a la carne cruda con mayor valor de a*(rojo-verde) esto debido a que no se sometió a ningún tipo de tratamiento, por lo cual conserva el color característico de una carne cruda; mientras en los tratamientos, la temperatura afecto en los valores de a* (rojo-verde) según la prueba Duncan identificó diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de 60 °C y 80 °C de cocción, como se observa en el cuadro 5., el valor mayor de 60 °C es de 16.5, en cambio el de 80 °C es de 12.1 de color a* (rojo-verde), así mismo los resultados obtenidos se asemejan a lo reportaron por Ismail *et al.*, (2019) indicaron que los valores de a* del filete de vacuno en sous-vide con una combinación de temperatura y tiempo, estuvo inversamente



asociados con el grado de desnaturalización de la mioglobina que depende en medida de la temperatura final de cocción (Lawrie & Ledward, 2006).

La temperatura como el tiempo de cocción no afectó estadísticamente significativo (Anexo I.6) sobre el color b^* (amarillo-azul) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, sin embargo los resultados reportados por Roldán *et al.*, (2013) obtuvieron aumento significativo de los valores de b^* como consecuencia de la temperatura y tiempo de cocción del lomo de cordero cocidos en *SOUS VIDE*. Esto debido a la formación de metimioglobina y a una mayor desnaturalización por calor de esta proteína, dando lugar a un color marrón.

4.1.4. Análisis microbiológico de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En la tabla 6. Se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico (bacterias de ácido lácticos y Coliformes fecales) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, se evidencio efecto estadísticamente significativo de $p < 0.05$ (Anexo I.7) en el tiempo de cocción sobre las bacterias de ácido láctico.

Tabla 6. Bacterias de ácido láctico (log UFC/g) y Coliformes fecales (log UFC/g) de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

Temperatura	Tiempo	Bacterias de ácido láctico (log UFC/g)	Coliformes fecales (log UFC/g)
Carne cruda		2.54±0.08	N.D
60 °C	2 horas	1.58±0.4	N.D
	4 horas	1.18±0.04	N.D
80 °C	2 horas	1.46±0.28	N.D
	4 horas	0.84±0.08	N.D

Fuente: Elaboración propia.

Las bacterias ácidos lácticos presentes en la carne cruda de vacuno fue de 2.54 log UFC/g sin embargo Roldán et al., (2013) reportó 3.3 log UFC/g de bacterias ácido lácticas en la carne cruda. No se detecto coliformes fecales en la carne cruda de vacuno.

Para el recuento de las bacterias ácido lácticas se trabajó con dilución de 10^{-1} . Según la prueba Duncan (Anexo I.7.1), identificó diferencias estadísticamente significativas entre los 2 y 4 horas de cocción sobre las bacterias de ácido láctico, como se observa en la tabla 6 que a mayor tiempo de cocción menor fue el recuento de las bacterias de ácido láctico; en 60 °C de 2 y 4 horas de cocción obtuvieron valores de 1.58 a 1.18 (log UFC/g) y 80 °C de 2 y 4 horas de cocción fue de 1.46 a 0.84 (log UFC/g). Así mismo, los resultados obtenidos se semejó a lo reportado por Roldán et al., (2013) quienes evaluaron los lomos de cordero procesadas en *SOUS VIDE* a diferentes combinaciones de temperatura (60, 70 y 80 °C) y tiempo (6, 12 y 24 horas) considerando como el tiempo inicial a los lomos de cordero crudo que presentaron 3.3 log UFC/g de bacterias ácido

lácticas de la carne cruda, luego de someter la carne cruda a las diferentes combinaciones de temperatura y tiempo las bacterias ácido lácticos fueron inferiores a 1 log UFC/g.

No se detectó Coliformes fecales en los tratamientos, porque el procesamiento de las materias primas y del producto en este estudio se realizó en condiciones higiénicas. Se ha demostrado que la aplicación de temperaturas marcadamente más altas a la carne de oveja (inmersión en agua a 80 °C durante 10 segundos) destruye alrededor del 99% de los Coliformes contaminantes presentes inicialmente en los tejidos superficiales. (Lawrie & Ledward, 2006).

4.1.5. Análisis sensorial de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En la tabla 7. Se muestra los resultados obtenidos de los atributos sensoriales de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Tabla 7. Análisis de los atributos sensoriales de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Temperatura	Tiempo	Aceptabilidad general	Ternura	Sabor	Jugosidad
60 °C	2 horas	6.04	6.24	4.12	6.56
	4 horas	6.64	6.64	6.56	6.68
80 °C	2 horas	7.16	6.92	7.12	6.04
	4 horas	7.4	6.64	6.92	3.44

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia los atributos sensoriales y las calificaciones de los panelistas de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*. En el Anexo I.8 se muestra los resultados obtenidos de la prueba estadística ANVA que se realizó para evaluar la variación de la aceptabilidad general a un nivel de significancia de $p < 0.05$, se



encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba Duncan (Anexo I.8.1) nos indicó, a temperatura de 80 °C a 4 horas de cocción mayor fue la calificación por los panelistas teniendo 7.4 (7= Me gustó moderadamente) véase Tabla 7.

En el Anexo I.9 se muestra los resultados obtenidos de la prueba estadística ANVA que se realizó para evaluar la variación de la ternura de la carne de vacuno procesada en *SOUS VIDE*, se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en los tratamientos, por lo cual la prueba Duncan (Anexo I.9.1) nos indicó que a 80 °C durante 2 horas de cocción mayor fue la calificación por los panelistas de 6.92 (7= Moderadamente tierno), además la prueba Duncan nos indicó que entre las interacciones de cocción de 60 °C a 4 horas y 80 °C a 4 horas de cocción *SOUS VIDE* no se encontró diferencia obteniendo puntaje de 6.64 (7=Moderadamente tierno), así mismo los resultados se asemejan a lo reportado por Sun *et al.*, (2019) quienes realizaron la evaluación sensorial en los filetes de ternera en cocción *SOUS VIDE* procesados mediante procesamiento a alta presión, la muestra control de 180 min a 55°C de cocción obtuvo mayor calificación de 7.69 (8= Muy tierno). Este hallazgo puede explicarse porque el calentamiento lento y el mayor tiempo de retención, puede aumentar la sensibilidad al disolver el colágeno en gelatina y reducir la adhesión entre fibras (Baldwin, 2012). Además la textura de la carne depende de las características zootécnicas del animal, tales como la raza, la edad y el sexo, como también el, tipo de músculo, o del método de cocinado utilizado (Nikmaram *et al.*, 2011).

La variabilidad de los atributos sensorial se muestra en la figura 2.

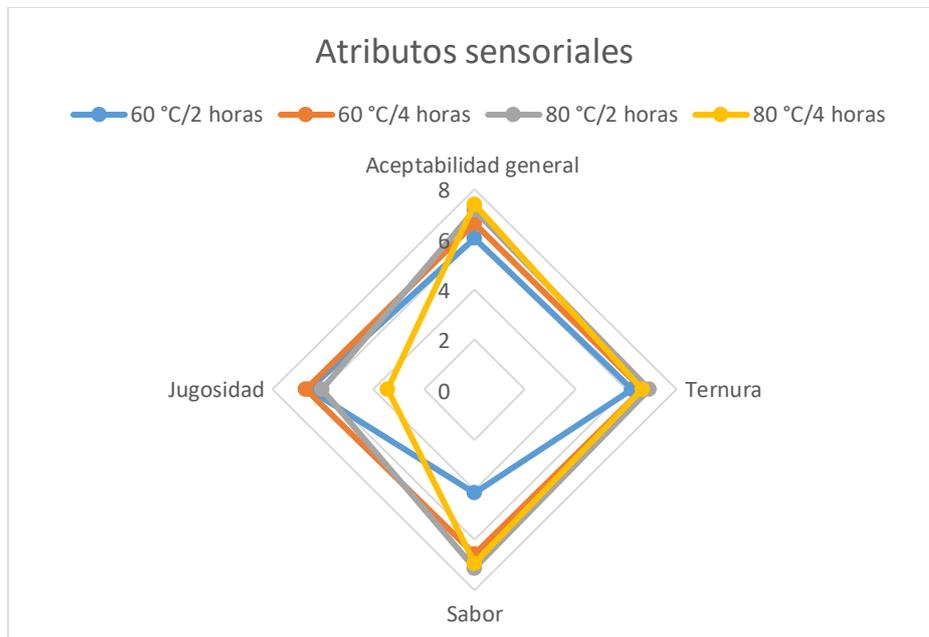


Figura 2. Análisis sensorial, calificaciones de aceptabilidad general, ternura, sabor yN jugosidad.

En el Anexo I.10 se muestra los resultados obtenidos de la prueba estadística ANVA que se realizó para evaluar la variación en el sabor a un nivel de significancia de $p < 0.05$, se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según la prueba Duncan (Anexo I.10.1) la cocción *SOUS VIDE* de 80 °C de 2 y 4 horas obtuvieron mayor calificación 7.12 y 6.92 (7= Me gustó moderadamente) respectivamente, sin embargo las calificaciones de Sun *et al.*, (2019) reportó en los filetes de ternera en cocción *SOUS VIDE* procesados mediante procesamiento a alta presión, la muestra control por 180 min a 55 °C siendo este la menor temperatura, los panelista lo calificaron con mayor puntaje 6.14 (6=Me gustó un poco). Dado que la mayoría de los compuestos aromáticos volátiles, que afectan la palatabilidad, se crean a temperaturas superiores a 70 °C, entonces el aroma y el sabor de la carne de vacuno es el



resultado de una combinación de productos de degradación de ácidos grasos y compuestos no volátiles (Domínguez *et al.*, 2018).

En la figura 2. se muestra la jugosidad de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, según la prueba estadística ANVA (Anexo I.11) que se realizó para evaluar la variación en la jugosidad, se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en los tratamientos, la prueba Duncan (Anexo I.11.1) nos indicó que a temperatura de 60 °C, 2 y 4 horas de cocción *SOUS VIDE* mayor fue la calificación por los panelistas de 6.56 y 6.68 (7= Moderadamente jugoso) respectivamente, así mismo Sun *et al.*, (2019) reportó que a menor temperatura de cocción a 55 °C por 180 minutos obtuvieron calificación de 6.73 (7= moderadamente jugoso) en los filetes de ternera en cocción *SOUS VIDE* procesados mediante procesamiento a alta presión.

4.2. Evaluación del efecto de los tratamientos en la oxidación lipídica de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

4.2.1. Determinación de TBARS.

Los resultados obtenidos de TBARS de la carne de vacuno durante 21 días de almacenamiento se observa en la Figura 3. Luego del análisis estadístico (ver Anexo I.12) se evidenciaron diferencias significativas $p < 0.05$ entre las muestras y días de almacenamiento.

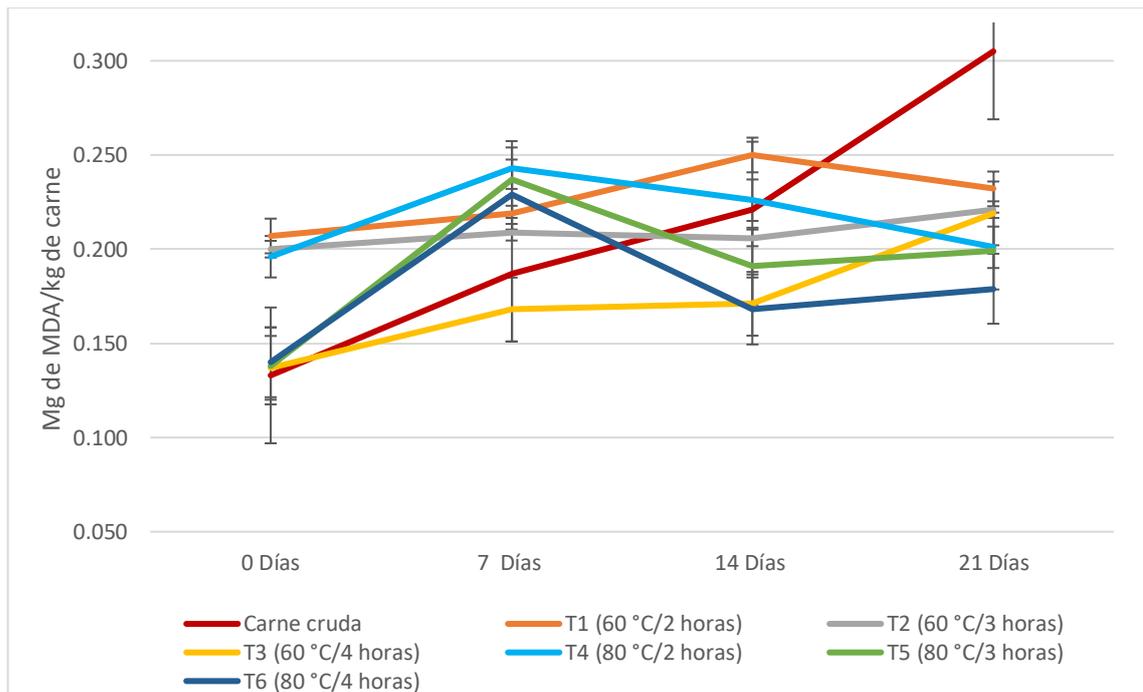


Figura 3. Determinación de TBARS de la carne de vacuno durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento refrigerado.

En la figura 3 se observa que el tratamiento térmico incrementó los valores de TBARS oscilando entre 0.14 a 0.207 de mg de MDA/kg de carne. Özyurt & Özkütük, (2011) indicaron que la oxidación de lípidps del producto aumenta con el tratamiento térmico. En el anexo I.12.1., se muestra la prueba Duncan la cual identificó diferencias estadísticamente significativas entre las interacciones, 0 día con 7, 14 y 21 días de almacenamiento, y por ultimo entre 7 y 14 días de almacenamiento, en la figura 3 se aprecia que la carne cruda presentó mayor valores de TBARS conforme a los días de almacenamiento desde 0.133 a 0.305 mg de MDA/kg de carne, entre los tratamientos T1 (60 °C/2 horas) presentó mayor TBARS con 0.207 a 0.25 mg de MDA/kg de carne, los tratamientos de mayor temperatura (80°C) de cocción presentaron inestabilidad durante el almacenamiento viéndose mayores valores en el día 7 del almacenamiento, del mismo modo Diaz, (2009) reportó resultados del lomo de cerdo cocinado a vacío almacenado a 2 °C durante 0, 5 y 10 semanas, encontró inestabilidad de los valores de TBARS viéndose

el aumentó en la semana 5, pero disminuyó en la décima semana, asimismo el estudio de Youn-Kyung *et al.*, (2019) nos reportaron el aumento de TBARS aproximadamente 0.17 a 0.29 mg de MDA/kg de carne, en las empanadas de carne cruda durante 10 días de almacenamiento. Los valores de TBARS pueden perder eficacia como índice de oxidación cuando el MDA reacciona con aminoácidos o proteínas que no forman compuestos coloreados con el TBA (Stapelfedt *et al.*, 1992; Diaz, 2009), ello explica la variación de los valores de TBARS obtenidos en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología sous vide.

4.2.2. Determinación de humedad.

En la Figura 4. Se muestra los resultados obtenidos de humedad de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos y días de almacenamiento véase Anexo I.13.

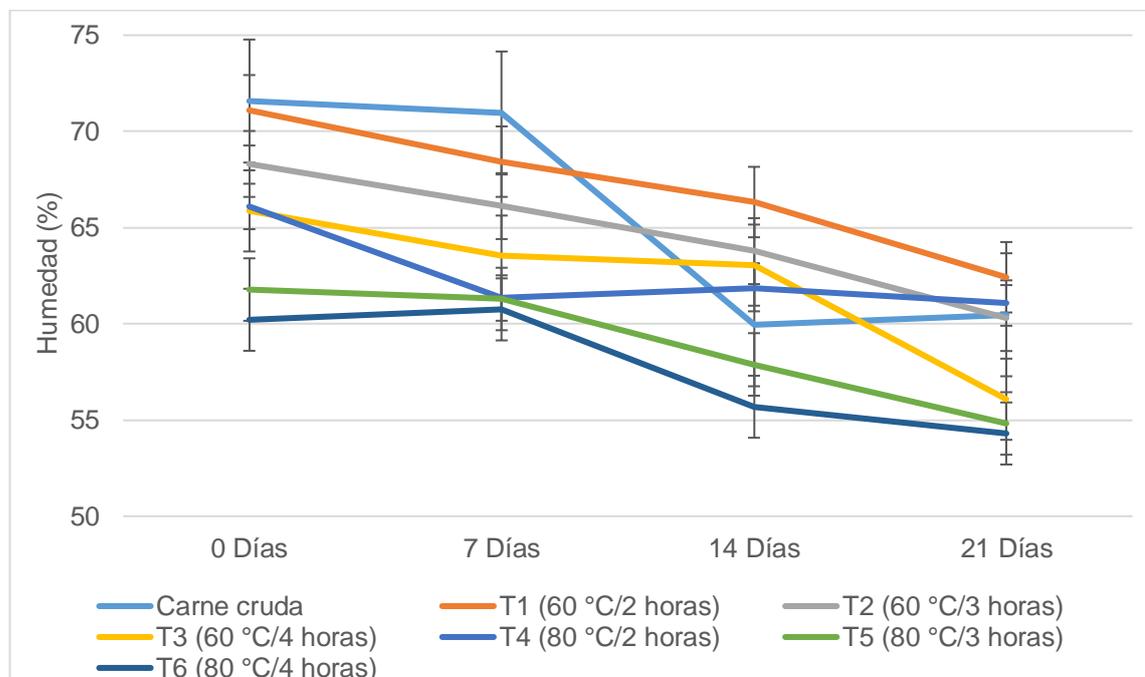


Figura 4. Humedad (%) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.



En el anexo I.13.1. se muestra la prueba Duncan la cual no identificó diferencias estadísticamente significativas en las muestras de T6 (80°C/4 horas) y T5 (80 °C/3 horas) presentando la menor humedad entre los tratamientos por *SOUS VIDE*, además la prueba Duncan nos indicó diferencia significativa entre los 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento, por lo cual disminuyó la humedad conforme avanzó los días de almacenamiento desde, así mismo los estudios reportados por Holman *et al.*, (2017) quienes mencionan que el contenido de humedad de la muestra disminuyó conforme a el aumento de los periodos de almacenamiento en refrigeración, especialmente entre 0 y 2 semanas. Hasta los 60 ° C, las fibras musculares se encogen transversalmente y ensanchan el espacio entre las fibras, pero por encima de esta temperatura, las fibras musculares se encogen longitudinalmente y causan una pérdida sustancial de agua, y la extensión de esta contracción aumenta con la temperatura (Roldán *et al.*, 2013)

Las pérdidas de humedad en la carne cocinada son causadas por la evaporación del agua debido al aumento de temperatura o presión reducida el aumento durante la temperatura de cocción hace que las fibras miofibrillas se encojan desde los 40 °C y se vuelven más intenso con el aumento de las temperatura, lo que a su vez conduce a una reducción en la capacidad miofibril para retener el agua (Ramane *et al.*, 2012).

4.2.3. Determinación de actividad de agua.

En la Figura 5. Se muestra los resultados obtenidos de actividad de agua de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos y días de almacenamiento véase Anexo I.14.

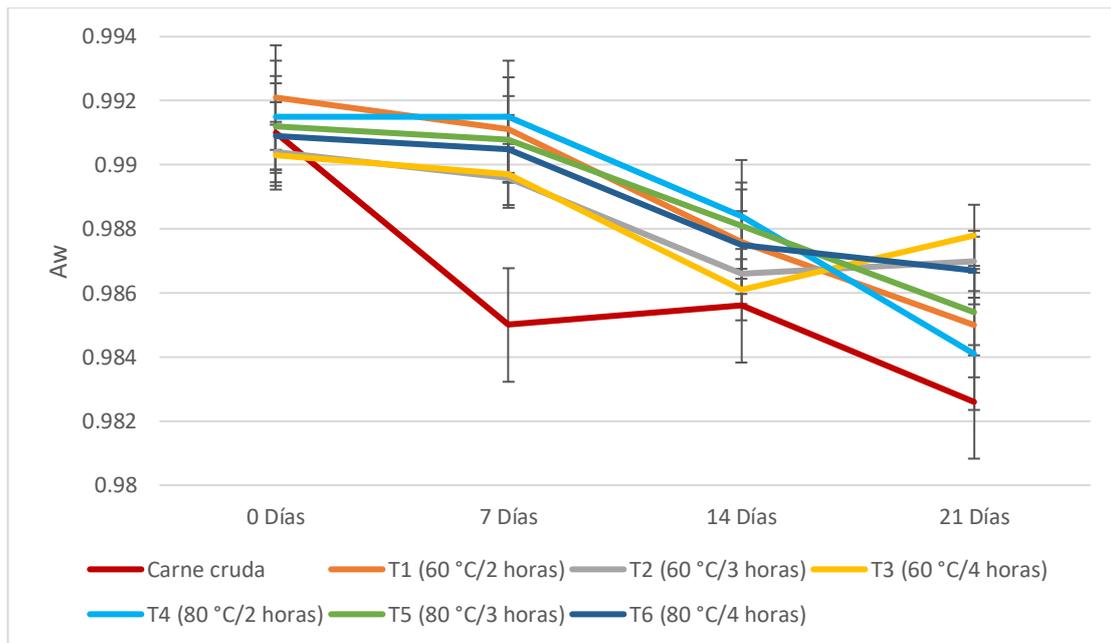


Figura 5. Actividad de agua (A_w) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Según la prueba Duncan véase Anexo I.14.1, identificó diferencias estadísticamente significativas entre la carne cruda y los tratamientos por *SOUS VIDE*, presentando la carne cruda mayor pérdida de actividad de agua, sin embargo no se identificó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T1 (60°C/2horas), T2 (60°C/3horas), T3 (60°C/3horas), T4 (80°C/2 horas), T5 (80°C/3 horas) y T6 (80°C/4 horas). Se observó en la prueba Duncan (Anexo I.16) diferencias estadísticamente significativas entre los 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento, viéndose la disminución de la actividad de agua conforme transcurren los días. Se observa en la Figura 5. La mayor pérdida de actividad de agua en los tratamientos T1 (60°C/2 horas) y T4 (80°C /2 horas) desde 0.9921 a 0.985, 0.9915 a 0.9841 respectivamente. Sin embargo Díaz *et al.*, (2008) quienes estudiaron la actividad de agua en lomo de cerdo cocido por el método *SOUS VIDE* almacenado a 2 °C durante 0, 5 a 10 semanas, obtuvieron valores 0.92 en 0 semana, viéndose el aumento en 5 semanas con 0.94 y una disminución en 10 semanas 0.93.

4.2.4. Determinación de pH

En la Figura 6. Se muestra los resultados obtenidos de pH de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos y días de almacenamiento véase Anexo I.15.

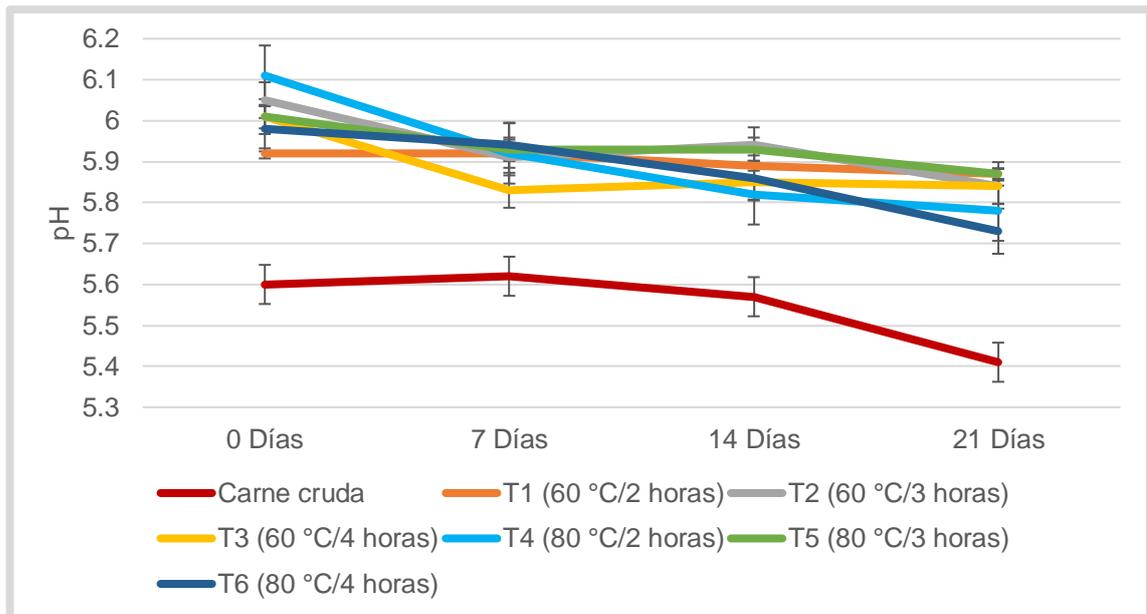


Figura 6. pH de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En la figura 6., se presenta los resultados de pH de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*, obtenidos durante el almacenamiento, se observa que la carne cruda presentó menor pH, ya que no se sometió a ningún tipo de tratamiento por ende el pH será diferente a los tratamientos por *SOUS VIDE*, en el tratamiento T4 (80 °C/2 horas) obtuvo decreciente pH de 6.11 a 5.78 de 0 a 21 días respectivamente. Según la prueba Duncan véase Anexo I.15.1., identificó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T2 (60°C/3 horas) y T3 (60°C/ 4 horas), T2 (60°C/3 horas) y T6 (80 °C/4 horas), T3 (60°C/ 4 horas) y T5 (80 °C/ 3 horas), T5 (80°C/3 horas) y T6 (80°C/ 4 horas). En el 7 y 14 días de almacenamiento no se encontró diferencia significativa (Anexo I.15.1), así mismo en el 21 día se presentó menor pH a comparación



con el día 0. A comparación, de los resultados reportados por Díaz *et al.*, (2008) nos indica que valor de pH de la carne de cerdo cocido en *SOUS VIDE* almacenados a 2°C durante 0, 5 y 10 semanas, el pH aumenta en la semana 5 con valor de 6.10 en comparación con las semanas 0 y 10 con valores de pH 5.75 y 5.95. El resultado del pH se asocia con el deterioro del lomo de cerdo durante el almacenamiento en frío. El aumento en el pH de la carne después de la cocción generalmente se atribuye a la división de los enlaces que involucran diferentes grupos sulfhidrilo e hidroxilo (Oz & Seyyar, 2016). 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). Según Warris, (2003) nos indica que el estado nutricional del ganado, la cantidad y grado de agotamiento al momento de la muerte, que produce concentración de ácido láctico a partir del glucógeno muscular en función de la glucólisis anaerobia que tiene lugar al detenerse el aporte de oxígeno, mientras haya glucógeno se produce ácido láctico descendiendo el pH hasta que se interrumpen los fenómenos glucolíticos. La Norma Técnica Peruana (NTP 201.055:2008), indica que el pH dela carne debe oscilar entre 5.5 y 6.4.

4.2.5. Determinación de Color.

En la Figura 7. Se muestra los resultados obtenidos del Luminosidad (blanco-negro) de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos y días de almacenamiento véase Anexo I.16.

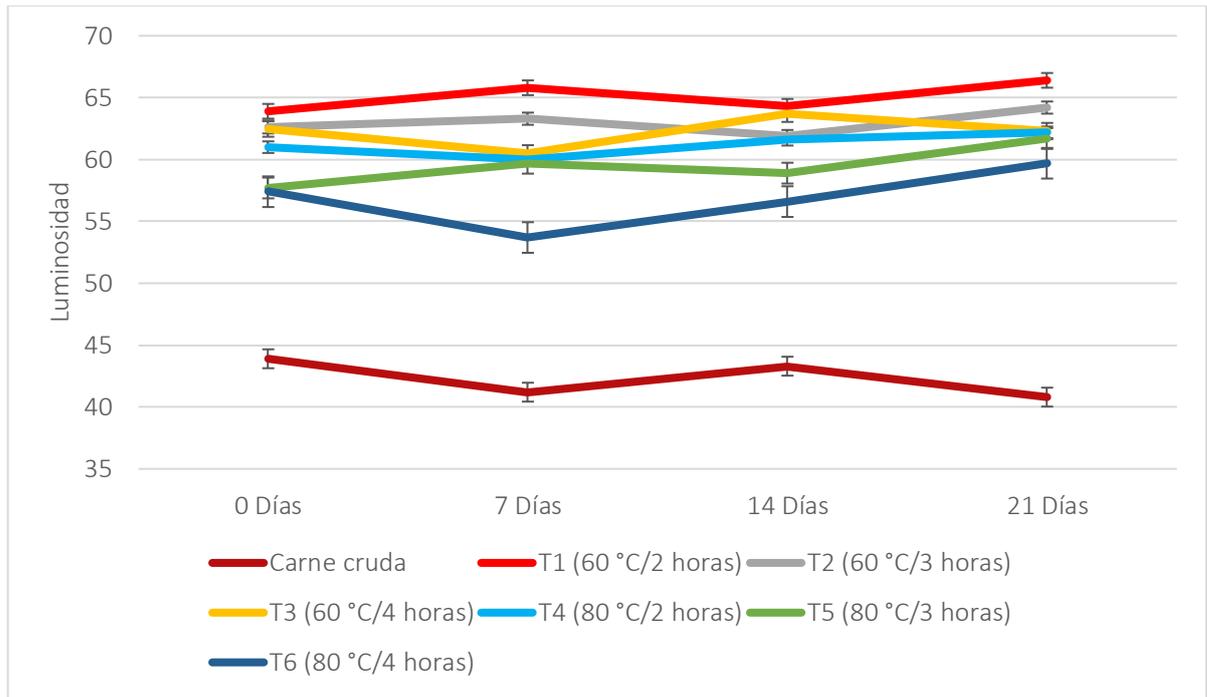


Figura 7. Luminosidad (blanco-negro) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En la Figura 7., se muestra la carne cruda obtuvo menor luminosidad (blanco-negro). Entre los tratamientos, T1 (60 °C/2 horas) presentó mayor luminosidad de 63.9 a diferencia a los tratamientos de 80 °C de cocción presentaron menor luminosidad (blanco-negro). En el Anexo I.16.1 se muestra la prueba Duncan que identificó diferencias estadísticamente significativas en los 7 y 21 días de almacenamiento, por lo cual el 0, 7 y 14 días no se apreció diferencia significativas, así mismo, los resultados obtenidos por Holman *et al.*, (2017), la luminosidad aumentó con respecto al almacenamiento refrigerado por 52 semanas de la carne de vacuno. Según Roldán *et al.*, (2013) nos indica que las muestras liberaran agua a la superficie durante el corte para la medición del color, mientras que las muestras que perdieron una mayor cantidad de agua durante la cocción tienden tener una cantidad menor de agua exudada en la superficie.

En la Figura 8. Se muestra los resultados obtenidos de a^* (rojo-verde) de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos y días de almacenamiento véase Anexo I.17.

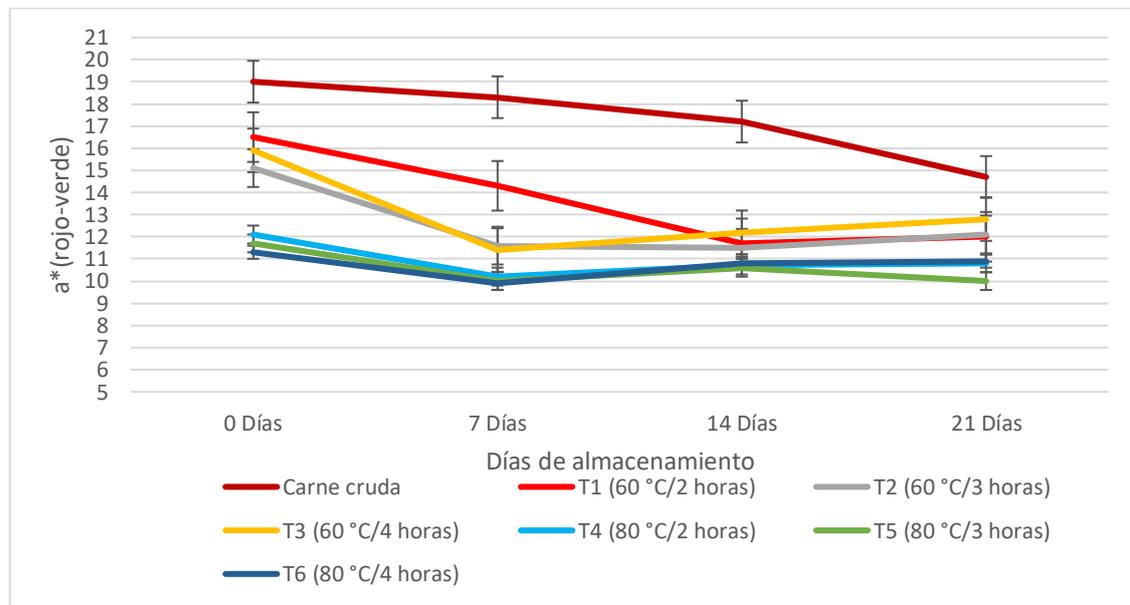


Figura 8. Color a^* (rojo-verde) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En la figura 8 se observa que la carne cruda posee mayor valores de a^* (rojo-verde) debido a que no se sometió a ningún tipo de tratamiento, entre los tratamientos en *SOUS VIDE* como T1 (60 °C/2 horas), T2 (60 °C/3 horas) y T3 (60 °C/4 horas) presentaron mayor color a^* (rojo-verde) de 16.5 a 12. En el Anexo I.17.1 se muestra la prueba Duncan identificó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de 60 °C y 80 °C de cocción, en cuanto a los días de almacenamiento según la prueba Duncan no se encontró diferencia significativa entre 7, 14 y 21 días de almacenamiento, en el día 7 se observó disminución de los valores de a^* (verde-rojo), sin embargo, Diaz, (2009) quienes estudiaron el lomo de cerdo cocinado en *sous vide* no presentaron diferencia significativa durante el almacenamiento de 0, 5 y 10 semanas. El proceso *SOUS VIDE* minimiza la

perdida de color en mayor porción que otros métodos de cocinado y empaquetado convencionales (Schafheitle, 1990).

En la Figura 9. Se muestra los resultados obtenidos de b^* (amarillo-azul) de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos véase Anexo I.18.

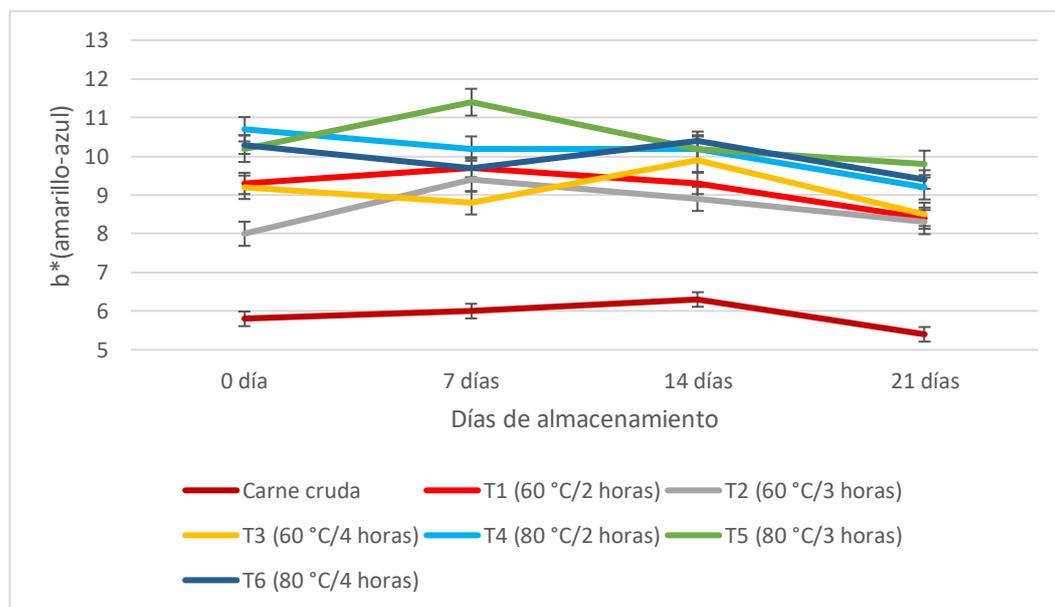


Figura 9. Color b^* (amarillo-azul) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

En la figura 9 se observa que la carne cruda posee menor valores de b^* (amarillo-azul) debido a que no se sometió a ningún tipo de tratamiento, entre los tratamientos por *SOUS VIDE* como T1 (60 °C/2 horas) y T4 (80 °C/2 horas) conservaron mejor el color b^* (amarillo-azul) durante los días de almacenamiento. En el Anexo I.18.1 se muestra la prueba Duncan identificó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de 60 °C y 80 °C de cocción, en los días de almacenamiento se aprecia que la diferencia significativa en 21 días de almacenamiento presentando disminución de los valores de b^* (amarillo-azul), del mismo modo Diaz, (2009) quienes trabajaron con carne

de cerdo tratada en sous vide, las muestras no obtuvieron varianza significativa del color b^* (amarillo-azul). Según Schafheitle (1990), el proceso *SOUS VIDE* previene la pérdida de color propio de los alimentos de mejor forma que los métodos convencionales.

4.2.6. Análisis microbiológico.

En la Figura 10. Se muestra los resultados obtenidos de las bacterias ácido láctico (log UFC/g) de la carne de vacuno procesada mediante *SOUS VIDE* durante los 21 días de almacenamiento, mostrando diferencia significativa al $p < 0.05$ en los tratamientos y en los días de almacenamiento véase Anexo I.19.

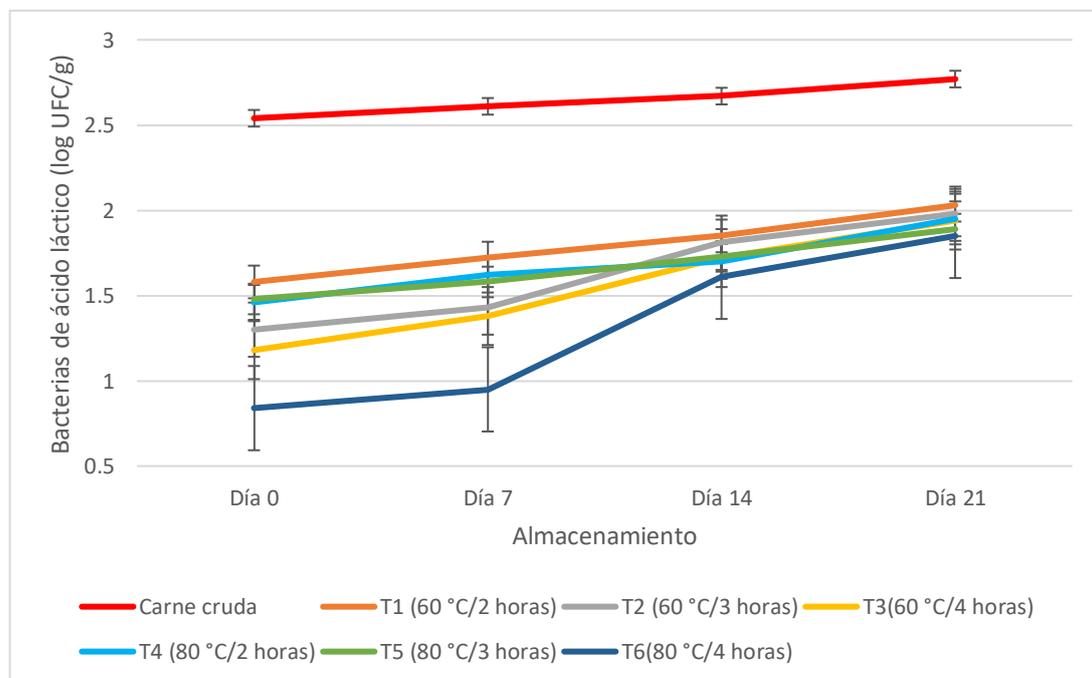


Figura 10. Bacterias de ácido láctico (log UFC/g) de la carne de vacuno.

En la figura 10 se muestra que la carne cruda obtiene mayores valores de bacterias de ácido láctico ya que no se sometió a ningún tipo de tratamiento, en el Anexo I.19.1 se muestra la prueba Duncan identificó diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0 % de confianza entre los tratamientos de 60 °C de cocción y con el tratamiento T6 (80 °C/4 horas) de cocción, según la prueba Duncan véase Anexo I.19.1.,



existe diferencia significativa entre los 0, 7, 14 y días de almacenamiento, observándose el aumento de las bacterias ácido lácticos desde el día 0 al 21 días de almacenamiento, sin embargo Díaz, (2009) no detectó la presencia de las bacterias ácido lácticas en la carne de cerdo tratada en sous vide, durante las 10 semanas de evaluación. Según Shange *et al.*, (2019) la bacteria de ácido láctico es resistente en la carne envasada al vacío.

Durante los 21 días de almacenamiento no se detectó Coliformes fecales en la carne cruda y en los tratamientos de *SOUS VIDE*, porque el estudio se realizó en condiciones higiénicas de la misma manera Aro *et al.*, (2010) no detectaron recuentos de grupos de coliformes en muestras de salchichas fermentadas a los 0-21 días, porque el procesamiento de la materia prima y el procesamiento del estudio se realizó en condiciones higenica. Además se ha demostrado que la aplicación de temperaturas marcadamente más altas a la carne de oveja (inmersión en agua a 80 °C durante 10 segundos) destruye alrededor del 99% de los Coliformes contaminantes presentes inicialmente en los tejidos superficiales. (Lawrie & Ledward, 2006).



V. CONCLUSIONES

La temperatura y el tiempo de cocción *SOUS VIDE* afecto la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. La temperatura y el tiempo de cocción no afecto la textura, en cuanto al color se obtuvo mayor luminosidad (blanco-negro) y a^* (rojo-verde) a menor temperatura de cocción, sin embargo la temperatura y el tiempo de cocción no afecto al color b^* (amarillo-azul), las bacterias ácido lácticas se vieron afectadas por tiempo de cocción, no se detectaron Coliformes fecales. Los atributos sensoriales con mayor calificación de aceptabilidad general, ternura y sabor fue en el la cocción *SOUS VIDE* a 80 °C sin embargo, en jugosidad la mayor calificación fue en 60 °C de cocción *SOUS VIDE*.

El almacenamiento generó el aumento de la oxidación lipídica de la carne de vacuno, sin embargo, la humedad, la actividad de agua y el pH disminuyeron durante los días de almacenamiento, pero los valores de luminosidad aumentaron conforme a los días de almacenamiento, en cambio, disminuyeron los valores de a^* (rojo-verde), no obstante, b^* (amarillo-azul) mantuvo sus valores hasta los 14 días de almacenamiento. Los días de almacenamiento generaron el crecimiento microbiano de las bacterias ácidos lácticos. No se detectaron Coliformes fecales.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de la carne de vacuno adicionando especias antioxidante, procesado mediante la tecnología *SOUS VIDE* para mejorar los atributos sensoriales y retardar la oxidación.
- Se recomienda realizar estudios en diferente tipo de razas de carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.
- Se recomienda realizar estudios en otro tipo de carne como cuy, procesado mediante la tecnología *SOUS VIDE*.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 201.055:2008., NTP. (2008). Carne y productos cárnicos. Definiciones, clasificación y requisitos de carcasas y carne de bovinos.
- Alberti, P., Ripoll, G., Casaspus, I., Blanco, M., Chapullé, J., & Santamaria, J. (2005). Efecto de la inclusion de antioxidantes en dietas de acabado sobre la calidad de carne de terneros. *ITEA*, 101(2):91-100.
- Alcázar del Castillo, J. (2002). *Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias*. Cusco-Perú: 2da Edición.
- Alfaia, C., Alves, S., Lopes, A., Fernandes, M., Costa, A., Fontes, C., Prates, J. (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.
- Aro, J., Nyam-Osor, P., Tsuji, K., Shimada, K., Fukusima, M., & Sekikawa, M. (2010). The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry*, 119, 279-285.
- Baldwin, D. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1),15-30.
- Bechtel, P. (1986). *Muscle as food*. New York: Academic Press.
- Beilken, S., Bouton, P., & Harris, P. (1986). Some effects on the mechanical properties of meat produced by cooking at temperatures between 50° and 60°C. *Journal Food Science*, 51, 791-796.
- Bello, J. (2008). *Jamón Curado. Aspectos científicos y tecnológicos*. España: Dias de Santos.



- Blandino, L. (2005). *La Industria de la Carne Bovina en Centroamérica: Situación y perspectivas*. Costa Rica: SIDE.
- Bouton, P., Harris, P., & Shorthose, W. (1971). Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, 36(3), 435-439.
- Broncano, J., Petron, M., Parra, V., & Timon, M. (2009). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimus dorsi muscle of Iberian pigs. *Meat Science*, 83, 431-437.
- Champion, A. C. (1988). Dimensional changes of isolated endomysia on heating. *Meat Science*, 24, 261-273.
- Church, I., & Parsons, A. (2000). The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 155-162.
- Conchillo, A., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2002). Combined Effect of Cooking (Grilling and Roasting) and Chilling Storage (with and without Air) on Lipid and Cholesterol Oxidation in Chicken Breast. *Journal of Food Protection*, 66, 840-846.
- Creed, P. G. (1998). *Sensory and nutritional aspects of sous vide processed foods*. USA: Ghazala.
- Diaz, P. (2009). *Calidad y deterioro de platos "sous vide" preparados a base de carne y pescado y almaenados en refrigeración (Tesis Doctoral)*. Murcia: Universidad de Murcia.



- Díaz, P., Garrido, M. D., & Bañon, S. (2011). Spoilage of sous vide cooked salmon (*Salmo salar*) stored under refrigeration. *Food Science and Technology International.*, 17,31-37.
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M., & Bañon, S. (2008). Microbial, physical-chemical and sensoru spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. *Meat Science*, 80, 287-292.
- Dominguez, E., Salaseviciene, S., & Ertbjerg, P. (2018). Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*, 143,104-113.
- 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.
- Estevez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. *Meat Science*, 89,259-279.
- Falowo, A. B., 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. *Annals of Animal Science*, 17(2), 565-580.
- Fernández, J., Pérez, J., & Fernández-Lopez, J. (1997). Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 59(3): 345-353.
- Frank, D., Pat, S., & Philip, L. (2003). *Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases*. USA: Agilent Technologies.
- Frankel, E. (2012). *Lipid oxidation. Second edition*. California: Woodheah Publishing.



- Freda, H. (2001). *Factores de riesgo cardiovascular y nutrición*. Departamento of nutritional Science: Oklahoma State University.
- García, P., & Tello, E. (1999). *Microbiología de alimentos*. Perú: Tajavi impresiones.
- Garcia, P., Andres, A., & Martinez, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *Journal of food engineering*, 80(3),813-821.
- Ghazala, S., Ramaswamy, H., Smith, J., & Simpson, M. (1995). Thermal process simulations for sous vide processing of fish and meat foods. *Food Research International*, 28(2), 117–122.
- Gray, J., & Monahan, F. (1992). Measurement of lipid oxidation in meat and meat. *Trends in Food Science and Technology*, 3: 315-319.
- Guignot, F., Touraille, C., Ouali, A., Renerre, M., & Monin, G. (1994). Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Science*, 37(3), 315-325.
- Haba, A. (2014). *UF0353-Acondicionamiento de la carne para su uso industrial*. España: ELEARNING .
- Hamm, R. (1977). Changes of muscle proteins during the heating of meat (In: Physical, chemical and biological changes in food caused by thermal processing. *Applied Science Publishing*.
- Herrero, A., Hoz, L, Ordoñez, J., Herranz, B., Romero de Ávila, M., & Cambero, M. (2008). Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 80, 690-696.



- Holman, B., Coombs, C., Morris, S., Matthew, J., & Hopkins, D. (2017). Effect of long term chilled (up to 5weeks) then frozen (up to 12months) storage at two different sub-zero holding temperatures on beef: 1. Meat quality and microbial loads. *Meat Science*, 133, 133-142.
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204.
- Hughes, J., Clarke, F., Li, Y., Purslow, P., & Warner, R. (2019). Differences in light scattering between pale and dark beef longissimus thoracis muscles are primarily caused by differences in the myofilament lattice, myofibril and muscle fibre transverse spacings. *Meat Science*, 149,96-106.
- Ismail, I., Hwang, Y.-H., & Joo, S.-T. (2019). Interventions of two-stage thermal sous-vide cooking on the toughness of beef semitendinosus. *Meat Science*, 157,107882.
- Jeong, K., O, H., Shin, S., & Kim, Y. (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.
- Kauffman, R. (2011). Meat Composition. *Hui YH (ed) Handbook of meat and meat processing 2nd edn*, 45-61.
- Keller, T., Benno, J., Lee, C., & Rouxel, S. (2008). *Under pressure—Cooking Sous Vide*. New York, NY: Artisan.
- Kilgannon, A., Holman, B., Mawson, A., Campbell, M., Collins, D., & Hopkins, D. (2018). The effect of different temperature-time combinations when ageing beef: Sensory quality traits and microbial loads. *Meat Science.*, 150,23-32.



- King, N., & Whyte, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *Journal of Science*, 71, 31-40.
- Laakkonen, E., Sherbon, J., & Wellington, G. (1970). Low temperature, long-time heating of bovine muscle. Collagenolytic activity. *Journal of Food Science*, 35,181-184.
- 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.
- Lawrie, R., & Ledward, D. (2006). *Lawrie's meat science (Seventh Edition)*. New York: CRC Press Boca Raton.: Cambridge: Woodhead Publishing.
- Liu Q, Schller, K., SC, A., Schaefer, D., & Frigg, M. (1996). Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. *Journal Animal Science*, 74(1):106-116.
- Luna, G., & Aguilar, S. (2011). *Conservacion de los Alimentos y Predicción de su Vida Útil*. Puno-Perú: Arco Iris.
- Lutz Instituto Adolfo. (2008). *Métodos físico-químicos para análisis de alimentos*. Sao Paulo.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., & Delday, M. (2003). Determinants of meat quality: Tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*,, 62(2), 337-348.
- Modzelewska, M., Pietrzak, R., Tkacza, K., Draszanowskac, A., & Więka, A. (2019). Influence of sous vide and steam cooking on mineral contents, fatty acid composition and tenderness of semimembranosus muscle from Holstein- Friesian bulls. *Meat Science*, 157,107877.



- Nair, N., Canto, A., Rentfrow, G., & Suman, S. (2019). Muscle-specific effect of aging on beef tenderness . *LWT*, 100, 250-252.
- 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.
- Nyati, H. (2000). An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control*, 11(6), 471-476.
- Obuz, E. (2003). *Evaluation and modeling of cooking parameters to optimize tenderness of beef Biceps femoris and Longissimus lumborum muscles*. Kansas State University.
- Oliveira, V. S., Oliveira, R., Goes, R., Silva, T., Silva, L., Freitas, L., 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.012>
- Oz, F., & Seyyar, E. (2016). Formation of heterocyclic aromatic amines and migration level of bisphenol-A in sous-vide cooked trout fillets at different cooking temperatures and cooking levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(15),3070-3082.
- Özyurt, G., & Özkütük, A. S. (2011). Capability of the rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the oxidative stability of cooked sea bream (*Sparus aurata*) during frozen storage. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 167-174.



- Palmer, P. (2007). *Maduración de la carne*. Buenos Aires: <http://www.geo.net.co/Comunidad/Canales/Gastronomia/gastronomia040.asp>.
- Purslow, P. (2017). *New Aspects of Meat Quality*. Buenos Aires: Woodhead Publishing.
- Ramane, K., Strautniece, E., & Galoburda, R. (2012). Chemical and sensory parameters of heat treated vacuum-packaged broiler and hen fillet products. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, 27(1),54-58.
- Rarwang. (2015). *Manual de instrucciones*. Radom.
- Rasinska, R. 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.
- Reyes, M., Gómez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima: SEGEAR.
- Ripoll, G., Joy, M., Muñoz, F., & Alberí, P. (2008). Meat and fat color as a tool to trace grass-feeding systems in light lamb production. *Meat Science*, 80(2):239-248.
- 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. *Meat Science*, 149, 129-136.
- Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A., & 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, 572-578.



- Rosmini, M., Perlo, F., Pérez-Alvarez, J., Pagán-Moreno, M., Gago-Gago, A., López-Santoveña, F., & Aranda-Catalá, V. (1996). TBA Test by an Extractive Method Applied to "Paté". *Meat Science*, 1,103-110.
- 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.
- Ruiz, J., Calvarro, J., Sánchez del Pulgar, J., & Roldán, M. (2013). Science and technology for new culinary techniques. *Journal of Culinary Science & Technology*, 11(1), 66-79.
- Samaniego, A., & Carpio, Á. (2017). *Aplicación del método sous vide en la elaboración, conservación y almacenamiento de diez tipos de cortes de carne de res*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Sanchez del Pulgar, J., Gazquez, A., & Ruiz-Carrascal, J. (2012). Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*, 90, 828-835.
- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. (1999.). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona.: Edicions Universitat de Barcelona.
- Schafheitle, J. (1990). The sous vide system for preparing chelled meals. *British Food Journal*, 92(5),23-27.
- Shange, N., Makasi, T., Gouws, P., & Hoffman, L. (2019). Preservation of previously frozen black wildebeest meat (*Connochaetes gnou*) using oregano (*Oreganum vulgare*) essential oil. *Meat Science*, 148, 88-95.



- Shen, C., McKeith, A., Broyles, C., & McKeith, R. (2016). Quality attributes and thermal inactivation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in moisture enhanced, non-intact beef products are affected by pump rate, internal temperature, and resting time after cooking. *Food Control*, 68,112-117.
- Shingfield, K. J., Bonnet, M., & Scollan, N. D. (2013). Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*, 7,132-162.
- Silva, J. A., Patarata, L., & Martins, C. (1999). Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science.*, 52(4), 453-459 .
- Singh, S., Gaikwad, K., Lee, M., & Suk Lee, Y. (2018). Temperature sensitive smart packaging for monitoring the shelf life of fresh beef. *Journal of Food Engineering*, 234, 41-49.
- Sun, S., Rasmussen, F., Cavender, G., & Sullivan, G. (2019). Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. *LWT - Food Science and Technology*, 103,169-177.
- 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.
- Toldrá, F. (2017). *Lawrie's Meat Science*. United Kingdom: Eighth.
- Totosaus, A., Reyes, P., & Pineda, J. (2014). *Relación entre el contenido de Mioglobina y Oximioglobina con el color de carne fresca de res y pollo*. México: Tecnológico de Estudios Superiores de Escatepec.



- USDA. (2002). Composition of foods- raw, processed, prepared. *USDA Human nutrition information service*, Series 8-5.
- USDA, U. S. (2011). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. Obtenido de www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf
- Uttaro, B., Zawadski, S., & McLeod, B. (2019). Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef. *Meat Science*, 149, 40-46.
- Warris, P. (2003). *Ciencia de la carne*. España: Acribia.
- Wheeler, T., Shackelford, D., & Koohmaraie, M. (2005). *Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement*. USA: Agricultural Research Service United States Department of Agriculture Clay Center.
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66,21-32.
- Xue, S., Wang, H., Yang, H., Yu, X., Bai, Y., Tendu, A., Zhou, G. (2017). Effects of high-pressure treatments on water characteristics and juiciness of rabbit meat sausages: Role of microstructure and chemical interactions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41, 150-159.
- Yang, X., Wang, H., Badoni, M., Zawadski, S., McLeod, B., Holman, D., & Uttaro, B. (2020). Effects of a novel three-step sous-vide cooking and subsequent chilled storage on the microbiota of beef steaks. *Meat Science*, 159,.
- Yang, Y., Zhong-Yi, W., Qiang, D., Lan, H., Cheng, W., & Da-Zhou, Z. (2013). Moisture content prediction of porcine meat by bioelectrical impedance spectroscopy. *Mathematical and Computer Modelling*, (58),819-825.



- Youeng, K., Hyeonbin, O., Yeon Shin, S., & Young-Soon, K. (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.
- Zacatula, H. (2009). Aceite de orégano (*Lippia graveolens*) como antioxidante. *Tesis (Maestro en Ciencias)*. Montecillo, México. Colegio de Postgraduados, Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadería., 74 p.
- Zhang, H., Wu, J., & Guo, X. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5,39-48.



ANEXOS

ANEXO I

Anexo I.1. Análisis de varianza de MUFA (ácidos grasos monoinsaturados) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	502.072	1	502.072	9335.09	0.0000
B:Tiempo	7.3008	1	7.3008	135.74	0.0000
INTERACCIONES					
AB	137.499	1	137.499	2556.53	0.0000
RESIDUOS	0.430267	8	0.0537833		
TOTAL	647.302	11			
(CORREGIDO)					

Anexo I.1.1. Prueba de múltiple de rangos para MUFA (ácidos grasos monoinsaturados)

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>Temperatura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
80 °C	6	27.6317	0.0946778	X
60 °C	6	40.5683	0.0946778	X

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2 horas	6	33.32	0.0946778	X
4 horas	6	34.88	0.0946778	X



Anexo I.2. Análisis de varianza de PUFA (ácidos grasos poliinsaturados) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	3.22403	1	3.22403	5158.45	0.0000
B:Tiempo	0.0768	1	0.0768	122.88	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0408333	1	0.0408333	65.33	0.0000
RESIDUOS	0.005	8	0.000625		
TOTAL (CORREGIDO)	3.34667	11			

Anexo I.2.1. Prueba de múltiple de rangos para PUFA (ácidos grasos poliinsaturados) de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Temperatura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60 °C	6	1.225	0.0102062	X
80 °C	6	2.26167	0.0102062	X

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4 horas	6	1.66333	0.0102062	X
2 horas	6	1.82333	0.0102062	X



Anexo I.3. Análisis de varianza de textura en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	26.97	1	26.97	2.44	0.1570
B:Tiempo	35.673	1	35.673	3.23	0.1102
INTERACCIONES					
AB	1.31341	1	1.31341	0.12	0.7393
RESIDUOS	88.4703	8	11.0588		
TOTAL (CORREGIDO)	152.427	11			

Anexo I.4. Análisis de varianza de Luminosidad en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	47.2033	1	47.2033	6.75	0.0317
B:Tiempo	19.2533	1	19.2533	2.75	0.1357
INTERACCIONES					
AB	3.63	1	3.63	0.52	0.4919
RESIDUOS	55.9733	8	6.99667		
TOTAL (CORREGIDO)	126.06	11			

Anexo I.4.1. Prueba de múltiple rangos para Luminosidad.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
80 °C	6	59.2167	1.07987	X
60 °C	6	63.1833	1.07987	X



Anexo I.5. Análisis de varianza de a*(rojo-verde) en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	61.2008	1	61.2008	67.07	0.0000
B:Tiempo	1.40083	1	1.40083	1.54	0.2505
INTERACCIONES					
AB	0.0075	1	0.0075	0.01	0.9300
RESIDUOS	7.3	8	0.9125		
TOTAL (CORREGIDO)	69.9092	11			

Anexo I.5.1. Prueba de múltiple rangos para a*(rojo-verde).

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Temperatura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
80 °C	6	11.7	0.389979	X
60 °C	6	16.2167	0.389979	X

Anexo I.6. Análisis de varianza b* (amarillo-azul) en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	4.44083	1	4.44083	2.81	0.1321
B:Tiempo	0.1875	1	0.1875	0.12	0.7393
INTERACCIONES					
AB	0.0408333	1	0.0408333	0.03	0.8762
RESIDUOS	12.6333	8	1.57917		
TOTAL (CORREGIDO)	17.3025	11			

Anexo I.7. Análisis de varianza de bacterias ácido láctico (log UFC/g), en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	0.103512	1	0.103512	1.69	0.2637
B:Tiempo	0.525313	1	0.525313	8.57	0.0429
INTERACCIONES					
AB	0.0231125	1	0.0231125	0.38	0.5724
RESIDUOS	0.24525	4	0.0613125		
TOTAL (CORREGIDO)	0.897188	7			

Anexo I.7.1.

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4 horas	4	1.0075	0.123807	X
2 horas	4	1.52	0.123807	X

Anexo I.8. Análisis de varianza de atributo sensorial, aceptabilidad general en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<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	81.93	3	27.31	69.83	0.0000
B:BLOQUE	99.42	74	1.34351	3.44	0.0000
RESIDUOS	86.82	222	0.391081		
TOTAL (CORREGIDO)	268.17	299			

Anexo I.8.1. Prueba de múltiple rangos para aceptabilidad general

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60 °C/2 horas	75	6.04	0.0722109	X
60 °C/4 horas	75	6.64	0.0722109	X
80 °C/2 horas	75	7.16	0.0722109	X
80 °C/4 horas	75	7.4	0.0722109	X



<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
60 °C/2 horas - 60 °C/4 horas	*	-0.6
60 °C/2 horas - 80 °C/2 horas	*	-1.12
60 °C/2 horas - 80 °C/4 horas	*	-1.36
60 °C/4 horas- 80 °C/2 horas	*	-0.52
60 °C/4 horas- 80 °C/4 horas	*	-0.76
80 °C/2 horas- 80 °C/4 horas	*	-0.24

* indica una diferencia significativa

Anexo I.9. Análisis de varianza de atributo sensorial, ternura en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<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	17.61	3	5.87	9.68	0.0000
B:BLOQUE	117.12	74	1.5827	2.61	0.0000
RESIDUOS	134.64	222	0.606486		
TOTAL (CORREGIDO)	269.37	299			

Anexo I.9.1. Prueba de múltiple rangos para ternura.

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60 °C/2 horas	75	6.24	0.0899249	X
60 °C/4 horas	75	6.64	0.0899249	X
80 °C/4 horas	75	6.64	0.0899249	X
80 °C/2 horas	75	6.92	0.0899249	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
60 °C/2 horas -60 °C/4 horas	*	-0.4
60 °C/2 horas -80 °C/2 horas	*	-0.68
60 °C/2 horas -80 °C/4 horas	*	-0.4
60 °C/4 horas -80 °C/2 horas	*	-0.28
60 °C/4 horas -80 °C/4 horas		0
80 °C/2 horas -80 °C/4 horas	*	0.28

* indica una diferencia significativa.



Anexo I.10. Análisis de varianza de atributo sensorial, sabor en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<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	436.44	3	145.48	123.71	0.0000
B:BLOQUE	144.78	74	1.95649	1.66	0.0024
RESIDUOS	261.06	222	1.17595		
TOTAL (CORREGIDO)	842.28	299			

Anexo I.10.1. Prueba de múltiple rangos para sabor

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
60 °C/2 horas	75	4.12	0.125217	X
60 °C/4 horas	75	6.56	0.125217	X
80 °C/ 4 horas	75	6.92	0.125217	X
80 °C/ 2 horas	75	7.12	0.125217	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
60 °C/2 horas - 60 °C/4 horas	*	-2.44
60 °C/2 horas - 80 °C/ 2 horas	*	-3.0
60 °C/2 horas - 80 °C/ 4 horas	*	-2.8
60 °C/4 horas - 80 °C/ 2 horas	*	-0.56
60 °C/4 horas - 80 °C/ 4 horas	*	-0.36
80 °C/ 2 horas - 80 °C/ 4 horas		0.2

* indica una diferencia significativa.

Anexo I.11. Análisis de varianza de atributo sensorial, jugosidad en la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

<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	519.12	3	173.04	191.23	0.0000
B:BLOQUE	29.28	74	0.395676	0.44	1.0000
RESIDUOS	200.88	222	0.904865		
TOTAL (CORREGIDO)	749.28	299			

Anexo I.11.1. Prueba de múltiple rangos para jugosidad.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
80 °C/4 horas	75	3.44	0.10984	X
80 °C/2 horas	75	6.04	0.10984	X
60 °C/2 horas	75	6.56	0.10984	X
60 °C/4 horas	75	6.68	0.10984	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
60 °C/2 horas - 60 °C/4 horas		-0.12
60 °C/2 horas - 80 °C/2 horas	*	0.52
60 °C/2 horas - 80 °C/4 horas	*	3.12
60 °C/4 horas - 80 °C/2 horas	*	0.64
60 °C/4 horas - 80 °C/4 horas	*	3.24
80 °C/2 horas - 80 °C/4 horas	*	2.6

* indica una diferencia significativa.

Anexo I.12. Análisis de varianza de TBARS durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Almacenamiento	0.0407803	3	0.0135934	22.77	0.0000
B:Muestras	0.0290891	6	0.00484819	8.12	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0516619	18	0.00287011	4.81	0.0000
RESIDUOS	0.0334387	56	0.000597119		
TOTAL (CORREGIDO)	0.15497	83			

Anexo I.12.1. Prueba de múltiple de rango para TBARS durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Muestras</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3 (60°C/4 horas)	12	0.173583	0.00705407	X
T6 (80 °C/4 horas)	12	0.178917	0.00705407	X
T5 (80°C/3 horas)	12	0.191333	0.00705407	XX
T2 (60°C/3 horas)	12	0.208833	0.00705407	XX
Carne cruda	12	0.211583	0.00705407	XX
T4 (80°C/2 horas)	12	0.216417	0.00705407	X
T1 (60°C/2 horas)	12	0.227083	0.00705407	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0 día	21	0.164476	0.00533238	X
14 días	21	0.204714	0.00533238	X
7 días	21	0.213048	0.00533238	XX
21 días	21	0.22219	0.00533238	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 7 días	*	-0.0402381
0 día - 14 días	*	-0.0577143
0 día - 21 días	*	-0.0485714
7 días - 14 días	*	-0.0174762
7 días - 21 días		-0.00833333
14 días - 21 días		0.00914286

* indica una diferencia significativa.

Anexo I.13. Análisis de varianza para humedad durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Muestras	853.444	6	142.241	26.68	0.0000
B:Almacenamiento	786.389	3	262.13	49.16	0.0000
INTERACCIONES					
AB	207.171	18	11.5095	2.16	0.0148
RESIDUOS	298.607	56	5.33227		
TOTAL (CORREGIDO)	2145.61	83			

Anexo I.13.1. Prueba de múltiple de rango para humedad durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T6 (80 °C/4 horas)	12	57.7375	0.6666	X
T5 (80°C/3 horas)	12	58.945	0.6666	X
T3 (60°C/4 horas)	12	62.1308	0.6666	X
T4 (80°C/2 horas)	12	62.5875	0.6666	X
T2 (60°C/3 horas)	12	64.6267	0.6666	X
Carne cruda	12	65.74	0.6666	XX
T1 (60°C/2 horas)	12	67.0708	0.6666	X

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21 días	21	58.4957	0.503902	X
14 días	21	61.2176	0.503902	X
7 días	21	64.63	0.503902	X
0 día	21	66.4214	0.503902	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 14 días	*	1.79143
0 día - 21 días	*	5.20381
0 día - 7 días	*	7.92571
14 días - 21 días	*	3.41238
14 días - 7 días	*	6.13429
21 días - 7 días	*	2.7219

Anexo I.14. Análisis de Varianza para actividad de agua durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	0.0000784481	6	0.0000130747	9.89	0.0000
B: Almacenamiento	0.000397407	3	0.000132469	100.22	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0000935605	18	0.0000051978	3.93	0.0000
RESIDUOS	0.00007402	56	0.00000132179		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000643436	83			

Anexo I.14.1. Prueba de múltiple de rango para actividad de agua durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Carne cruda	12	0.98605	0.000331887	X
T2 (60°C/3 horas)	12	0.9884	0.000331887	X
T3 (60°C/4 horas)	12	0.988475	0.000331887	X
T5 (80°C/3 horas)	12	0.988883	0.000331887	X
T4 (80°C /2 horas)	12	0.988892	0.000331887	X
T6 (80 °C/4 horas)	12	0.9889	0.000331887	X
T1 (60°C/2 horas)	12	0.988942	0.000331887	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21 días	21	0.9855	0.000250883	X
14 días	21	0.987138	0.000250883	X
7 días	21	0.989748	0.000250883	X
0 día	21	0.991067	0.000250883	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 7 días	*	0.00131905
0 día - 14 días	*	0.00392857
0 día - 21 días	*	0.00556667
7 días - 14 días	*	0.00260952
7 días - 21 días	*	0.00424762
14 días - 21 días	*	0.0016381

* indica una diferencia significativa.

Anexo I. 15. Análisis de Varianza para pH durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	1.3298	6	0.221633	66.68	0.0000
B:Almacenamiento	0.398448	3	0.132816	39.96	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.164919	18	0.00916217	2.76	0.0020
RESIDUOS	0.186133	56	0.00332381		
TOTAL (CORREGIDO)	2.0793	83			

Anexo I.15.1. Prueba de múltiple de rango para pH durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Carne cruda	12	5.55083	0.0166428	X
T6 (80 °C/4 horas)	12	5.8775	0.0166428	X
T3 (60°C/4 horas)	12	5.88167	0.0166428	X
T1 (60°C/2 horas)	12	5.89833	0.0166428	XX
T4 (80°C /2 horas)	12	5.90667	0.0166428	XX
T5 (80°C/3 horas)	12	5.93417	0.0166428	X
T2 (60°C/3 horas)	12	5.93417	0.0166428	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Días</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21 días	21	5.76238	0.0125808	X
14 días	21	5.83524	0.0125808	X
7 días	21	5.86714	0.0125808	X
0 día	21	5.95429	0.0125808	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 7 días	*	0.0871429
0 día - 14 días	*	0.119048
0 día - 21 días	*	0.191905
7 días - 14 días		0.0319048
7 días - 21 días	*	0.104762
14 días - 21 días	*	0.0728571

* indica una diferencia significativa.

Anexo I. 16. Análisis de varianza para Color: Luminosidad durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	4214.55	6	702.425	202.10	0.0000
B:Almacenamiento	37.4156	3	12.4719	3.59	0.0192
INTERACCIONES					
AB	108.339	18	6.01881	1.73	0.0606
RESIDUOS	194.64	56	3.47571		
TOTAL (CORREGIDO)	4554.94	83			

Anexo I.16.1. Prueba de múltiple de rangos para color luminosidad (blanco-negro).

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Carne cruda	12	42.3083	0.538185	X
T6 (80 °C/4 horas)	12	56.85	0.538185	X
T5 (80 °C/3 horas)	12	59.5167	0.538185	X
T4 (80°C /2 horas)	12	61.2167	0.538185	X
T3 (60°C/4 horas)	12	62.25	0.538185	XX
T2 (60°C/3 horas)	12	63.025	0.538185	X
T1 (60°C/2 horas)	12	65.0917	0.538185	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7 días	21	57.7524	0.406829	X
0 día	21	58.4429	0.406829	XX
14 días	21	58.619	0.406829	XX
21 días	21	59.619	0.406829	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 días - 7 días		0.690476
0 días - 14 días		-0.17619
0 días - 21 días		-1.17619
7 días - 14 días		-0.866667
7 días - 21 días	*	-1.86667
14 días - 21 días		-1.0

* indica una diferencia significativa.

Anexo I. 17. Análisis de Varianza para Color a*(rojo-verde) durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Muestras	405.507	6	67.5846	121.41	0.0000
B:Almacenamiento	93.3156	3	31.1052	55.88	0.0000
INTERACCIONES					
AB	59.6736	18	3.3152	5.96	0.0000
RESIDUOS	31.1733	56	0.556667		
TOTAL (CORREGIDO)	589.67	83			

Anexo I.17.1. Prueba de múltiple de rangos para color a*(rojo-verde)

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>Muestras</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5 (80°C/3 horas)	12	10.5917	0.215381	X
T6 (80 °C/4 horas)	12	10.7417	0.215381	X
T4 (80°C /2 horas)	12	10.9417	0.215381	X
T2 (60°C/3 horas)	12	12.5917	0.215381	X
T3 (60°C/4 horas)	12	13.0833	0.215381	XX
T1 (60°C/2 horas)	12	13.6333	0.215381	X
Carne cruda	12	17.325	0.215381	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>Almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21 días	21	11.919	0.162813	X
14 días	21	12.1048	0.162813	X
7 días	21	12.2667	0.162813	X
0 día	21	14.5143	0.162813	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 7 días	*	2.40952
0 día - 14 días	*	2.59524
0 día - 21 días	*	2.24762
7 días - 14 días		0.185714
7 días - 21 días		-0.161905
14 días -21 días		-0.347619

* indica una diferencia significativa.

Anexo I. 18. Análisis de Varianza para Color b*(amarillo-azul), durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Almacenamiento	11.6124	3	3.87079	6.95	0.0005
B:Muestras	165.573	6	27.5955	49.55	0.0000
INTERACCIONES					
AB	9.07929	18	0.504405	0.91	0.5747
RESIDUOS	31.1867	56	0.556905		
TOTAL (CORREGIDO)	217.451	83			

Anexo I.18.1. Prueba de múltiple de rangos para color b*(amarillo-azul).

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Muestras</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Carne cruda	12	5.89167	0.215427	X
T2 (60°C/3 horas)	12	8.65	0.215427	X
T3 (60°C/4 horas)	12	9.08333	0.215427	X
T1 (60°C/2 horas)	12	9.16667	0.215427	X
T6 (80 °C/4 horas)	12	9.94167	0.215427	X
T4 (80°C /2 horas)	12	10.0667	0.215427	X
T5 (80°C/3 horas)	12	10.4	0.215427	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>Almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21 días	21	8.40476	0.162847	X
0 día	21	9.08571	0.162847	X
14 días	21	9.30952	0.162847	X
7 días	21	9.31429	0.162847	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 7 días		-0.228571
0 día - 14 días		-0.22381
0 día - 21 días	*	0.680952
7 días - 14 días		0.0047619
7 días - 21 días	*	0.909524
14 días -21 días	*	0.904762

Anexo I.19. Análisis de Varianza para bacterias ácido lactico (log UFC/g) durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	8.46438	6	1.41073	86.96	0.0000
B:Almacenamiento	2.78761	3	0.929202	57.28	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.694682	18	0.0385935	2.38	0.0192
RESIDUOS	0.45425	28	0.0162232		
TOTAL (CORREGIDO)	12.4009	55			

Anexo I.19.1. Prueba de múltiple de rangos para para bacterias ácido lactico durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento

Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T6 (80 °C/4 horas)	8	1.3125	0.0450322	X
T3 (60°C/4 horas)	8	1.55125	0.0450322	X
T2 (60°C/3 horas)	8	1.62625	0.0450322	X
T5 (80°C/3 horas)	8	1.66875	0.0450322	XX
T4 (80°C /2 horas)	8	1.68125	0.0450322	XX
T1 (60°C/2 horas)	8	1.7925	0.0450322	X
Carne cruda	8	2.64375	0.0450322	X



Método: 95.0 porcentaje Duncan.

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0 día	14	1.48071	0.0340412	X
7 días	14	1.61143	0.0340412	X
14 días	14	1.86643	0.0340412	X
21 días	14	2.05643	0.0340412	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
0 día - 7 días	*	-0.130714
0 día - 14 días	*	-0.385714
0 día - 21 días	*	-0.575714
7 días - 14 días	*	-0.255
7 días - 21 días	*	-0.445
14 días - 21 días	*	-0.19

* indica una diferencia significativa.



ANEXO II

Cartilla de evaluación sensorial de la carne de vacuno (*Bos taurus*) procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*.

LEYENDA

ACEPTABILIDAD GENERAL

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

SABOR

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

TERNURA

- 9 Extremadamente tierno
- 8 Muy tierno
- 7 Moderadamente tierno
- 6 Ligeramente tierno
- 5 Neutro
- 4 Ligeramente duro
- 3 Moderadamente duro
- 2 Muy duro
- 1 Extremadamente duro

JUGOSIDAD

- 9 Extremadamente jugoso
- 8 Muy jugoso
- 7 Moderadamente jugoso
- 6 Ligeramente jugoso
- 5 Neutro
- 4 Ligeramente seco
- 3 Moderadamente seco
- 2 Muy seco
- 1 Extremadamente seco

Oliveira, V. S., Oliveira, R., Goes, R., Silva, T., Silva, L., Freitas, L., . . . 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.012>

Sun, S., Rasmussen, F., Cavender, G., & Sullivan, G. (2019). Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. *LWT - Food Science and Technology*, 103, 169-177.



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									
602		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aceptabilidad general									
	Ternura									
	Sabor									
	Jugosidad									
CÓDIGO	ATRIBUTOS									
603		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aceptabilidad general									
	Ternura									
	Sabor									
	Jugosidad									
CÓDIGO	ATRIBUTOS									
604		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aceptabilidad general									
	Ternura									
	Sabor									
	Jugosidad									
CÓDIGO	ATRIBUTOS									
802		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aceptabilidad general									
	Ternura									
	Sabor									
	Jugosidad									
CÓDIGO	ATRIBUTOS									
803		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aceptabilidad general									
	Ternura									
	Sabor									
	Jugosidad									
CÓDIGO	ATRIBUTOS									
804		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aceptabilidad general									
	Ternura									
	Sabor									
	Jugosidad									



ANEXO III

Constancia de 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 Ácidos Grasos
Método : 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^oC**

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.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA - Peñón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 973868855

RESULTADOS

Muestra 1	1	2	3	%
Ácido Mirístico C14:0	1.4	2.1	1.89	1.80
Ácido Pentadecanoico C15:0	0.29	0.31	0.3	0.30
Ácido Palmítico C 16:0	21.25	22.09	21.67	21.67
Ácido Palmitoleico C16:1...	1.73	2.28	2.12	2.04
Ácido Heptadecanoico C17:0	0.94	1.07	1.03	1.01
Ácido Esteárico C18:0	35.69	35.42	35.58	35.56
Ácido Oleico C18:1n9c	27.51	27.83	27.77	27.70
Ácido Linoleico C18:2n6c...	5.01	4.67	4.77	4.82
Ácido Araquídico C20:0	1.88	1.79	1.84	1.84
Cis-11-ácido Eicosenoico	0.34	0.31	0.36	0.34

Muestra 2	1	2	3	%
Ácido Mirístico C14:0	2.13	2.14	2.11	2.13
Ácido Pentadecanoico C15:0	0.61	0.61	0.62	0.61
Ácido Palmítico C 16:0	27.33	27.2	27.29	27.27
Ácido Palmitoleico C16:1...	1.7	1.71	1.72	1.71
Ácido Heptadecanoico C17:0	1.84	1.86	1.85	1.85
Ácido Esteárico C18:0	26.1	26.11	26.13	26.11
Ácido Oleico C18:1n9c	34.43	34.42	34.44	34.43
Ácido Linoleico C18:2n6c...	1.23	1.25	1.26	1.25
Ácido Araquídico C20:0	0.39	0.43	0.42	0.41
Cis-11-ácido Eicosenoico	0.28	0.25	0.26	0.26

Muestra 3	1	2	3	%
Ácido Mirístico C14:0	2.08	2.05	2.07	2.07
Ácido Pentadecanoico C15:0	0.45	0.44	0.46	0.45
Ácido Palmítico C 16:0	24.23	24.03	24.14	24.13
Ácido Palmitoleico C16:1...	2.96	2.95	2.97	2.96
Ácido Heptadecanoico C17:0	1.47	1.52	1.49	1.49
Ácido Esteárico C18:0	21.29	21.17	21.23	21.23
Ácido Oleico C18:1n9c	41.36	41.45	41.42	41.41
Ácido Linoleico C18:2n6c...	1.23	1.18	1.21	1.21
Ácido Araquídico C20:0	0.3	0.37	0.35	0.34
Cis-11-ácido Eicosenoico	0.25	0.45	0.39	0.36

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



RESULTADOS

Muestra 4	1	2	3	%
Ácido Mirístico C14:0	0.94	1	0.98	0.97
Ácido Pentadecanoico C15:0	0.2	0.19	0.21	0.20
Ácido Palmítico C 16:0	21.21	21.54	21.44	21.40
Ácido Palmítoleico C16:1...	1.4	1.43	1.42	1.42
Ácido Heptadecanoico C17:0	0.72	0.61	0.67	0.67
Ácido Esteárico C18:0	38.53	38.71	38.66	38.63
Ácido Oleico C18:1n9c	28.74	28.48	28.62	28.61
Ácido Linoleico C18:2n6c...	2.37	2.42	2.41	2.40
Ácido Araquídico C20:0	0.4	0.37	0.38	0.38
Cis-11-ácido Eicosenoico	0.21	0.19	0.22	0.21

Muestra 5	1	2	3	%
Ácido Mirístico C14:0	0.64	0.58	0.62	0.61
Ácido Palmítico C 16:0	14.61	14.9	14.86	14.79
Ácido Palmítoleico C16:1...	1.24	1.36	1.3	1.30
Ácido Heptadecanoico C17:0	0.21	0.24	0.23	0.23
Ácido Esteárico C18:0	47.18	46.56	47.27	47.00
Ácido Oleico C18:1n9c	22.7	23.37	23.54	23.20
Ácido Linoleico C18:2n6c...	2.09	2.15	2.13	2.12
Cis-11-ácido Eicosenoico	0.63	0.38	0.56	0.52

Nota: La identificación se basó mediante la comparación con la base de datos espectrales, National Institute of Standards and Technology versión 11 (NIST v11) y FAME DB23, expresa el contenido relativo de ácidos grasos en la muestra, la metodología desarrollada para la caracterización de ácidos grasos es de acuerdo a la literatura descrita.

- Frank David Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Agilent Technologies, Inc. 2008.
- GC Analysis of a Grain Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Mix on SP™-2560 <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical-applications/gc/gc-analysis-of-a-grain-fatty-acid-methyl-ester-fame-mix-797-0004.html>

Quim. Jorge Choquesalva Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNCSAAC
IDP - 614

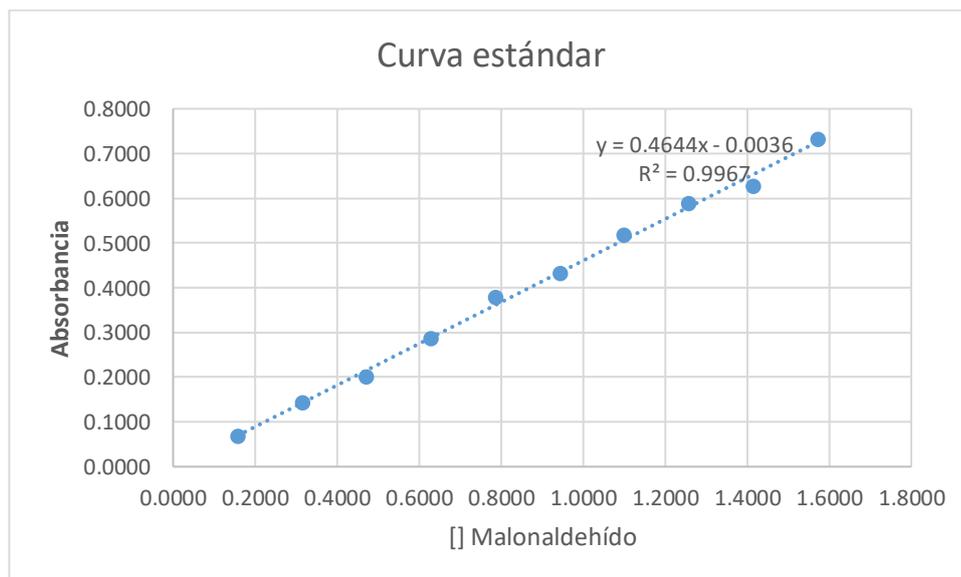


ANEXO IV

Anexo IV. 1. Soluciones para la obtención de la curva estándar.

Muestra uL	H ₂ O uL	TBARS uL
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

Anexo IV.2. Curva estándar.



ANEXO V

Anexo V.1. TBARS de la carne de vacuno, durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Tratamientos	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Carne cruda	0.133±0.007	0.187±0.026	0.221±0.003	0.305±0.072
T1	0.207±0.014	0.219±0.083	0.25±0.025	0.232±0.014
T2	0.2±0.01	0.209±0.029	0.206±0.023	0.221±0.006
T3	0.137±0.003	0.168±0.008	0.171±0.013	0.219±0.009
T4	0.196±0.006	0.243±0.01	0.226±0.005	0.201±0.007
T5	0.138±0.01	0.237±0.017	0.191±0.009	0.199±0.003
T6	0.14±0.005	0.229±0.005	0.168±0.017	0.179±0.009

T1: 60°C/2 horas; T2: 60°C/3 horas; T3: 60°C/4 horas; T4: 80°C /2 horas; T5: 80°C/3 horas; T6: 80°C/4 horas.

Anexo V.2. Humedad de la carne de vacuno, durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Tratamientos	0 Días	7 Días	14 Días	21 Días
Carne cruda	71.58±2.05	70.96±1.75	59.95±1.51	60.47±0.93
T1	71.1±3.3	68.43±1.7	66.33±4.75	62.42±0.83
T2	68.31±0.76	66.12±4.84	63.78±0.88	60.3±3.3
T3	65.87±0.66	63.52±1.13	63.05±0.3	56.08±1.84
T4	66.1±3.51	61.34±3.28	61.83±1.2	61.08±0.19
T5	61.78±0.3	61.29±0.4	57.89±2.24	54.82±3.46
T6	60.21±1.54	60.75±0.06	55.69±3.08	54.3±2.72

T1: 60°C/2 horas; T2: 60°C/3 horas; T3: 60°C/4 horas; T4: 80°C /2 horas; T5: 80°C/3 horas; T6: 80°C/4 horas.

Anexo V.3. Actividad de agua de la carne de vacuno, durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Tratamientos	0 Días	7 Días	14 Días	21 Días
Carne cruda	0.991±0.0004	0.985±0.0003	0.9856±0.0016	0.9826±0.001
T1	0.9921±0.0002	0.9911±0.0009	0.9876±0.0004	0.985±0.0008
T2	0.9904±0.0024	0.9896±0.0014	0.9866±0.0004	0.987±0.0018
T3	0.9903±0.0003	0.9897±0.0011	0.9861±0.0008	0.9878±0.0006
T4	0.9915±0.0025	0.9915±0.0013	0.9884±0.0003	0.9841±0.0025
T5	0.9912±0.0014	0.9908±0.0006	0.9881±0.0003	0.9854±0.0009
T6	0.9909±0.0008	0.9905±0.0004	0.9875±0.0002	0.9867±0.0005

T1: 60°C/2 horas; T2: 60°C/3 horas; T3: 60°C/4 horas; T4: 80°C /2 horas; T5: 80°C/3 horas; T6: 80°C/4 horas.

Anexo V.4. pH de la carne de vacuno, durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Tratamientos	0 Días	7 Días	14 Días	21 Días
Carne cruda	5.6±0.01	5.62±0.1	5.57±0.11	5.41±0.03
T1	5.92±0.03	5.92±0.03	5.89±0.04	5.87±0.09
T2	6.05±0.02	5.91±0.03	5.94±0.04	5.84±0.04
T3	6.01±0.03	5.83±0.05	5.85±0.07	5.84±0.03
T4	6.11±0.02	5.92±0.08	5.82±0.06	5.78±0.05
T5	6.01±0.1	5.93±0.02	5.93±0.13	5.87±0.06
T6	5.98±0.04	5.94±0.02	5.86±0.0	5.73±0.06

T1: 60°C/2 horas; T2: 60°C/3 horas; T3: 60°C/4 horas; T4:
80°C /2 horas; T5: 80°C/3 horas; T6: 80°C/4 horas.

Anexo V.5. Luminosidad (blanco-negro), a* (rojo-verde), b*(amarillo-azul) durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Tratamientos	Color	Día 0	Día 7	Día 14	Día21
Carne cruda	L	43.9±4.2	41.2±1	43.3±0.7	40.8±1.5
	a*	19±0.9	18.3±0.4	17.2±0.8	14.7±0.7
	b*	5.8±0.2	6±0.3	6.3±0.4	5.4±0.3
T1	L	63.9±3.9	65.8±0.4	64.3±0.5	66.4±0.9
	a*	16.5±1.5	14.3±0.7	11.7±0.2	12±1.7
	b*	9.3±1.5	9.7±0.4	9.3±0.6	8.4±0.3
T2	L	62.6±3.2	63.3±0.5	61.9±0.8	64.2±1.2
	a*	15.1±0.4	11.6±0.3	11.5±0.4	12.1±0.5
	b*	8±1	9.4±0.6	8.9±0.6	8.3±0.2
T3	L	62.5±1.7	60.5±1	63.7±0.7	62.3±1.4
	a*	15.9±0.4	11.4±0.2	12.2±0.5	12.8±1.2
	b*	9.2±1	8.8±0.6	9.9±0.7	8.5±0.4
T4	L	61±2.1	60±0.5	61.6±0.6	62.2±0.5
	a*	12.1±0.6	10.2±0.4	10.7±0.9	10.8±0.8
	b*	10.7±1.6	10.2±1.3	10.2±0.9	9.2±0.2
T5	L	57.7±1.2	59.7±3.5	58.9±0.2	61.7±0.5
	a*	11.7±0.2	10±0.8	10.6±0.3	10±0.7
	b*	10.2±1.1	11.4±0.6	10.2±0.4	9.8±0.5
T6	L	57.4±2.5	53.7±0.7	56.6±2	59.7±3.5
	a*	11.3±0.9	9.9±0.7	10.8±0.4	10.9±0.9
	b*	10.3±1.1	9.7±0.3	10.40±1.1	9.4±0.4

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



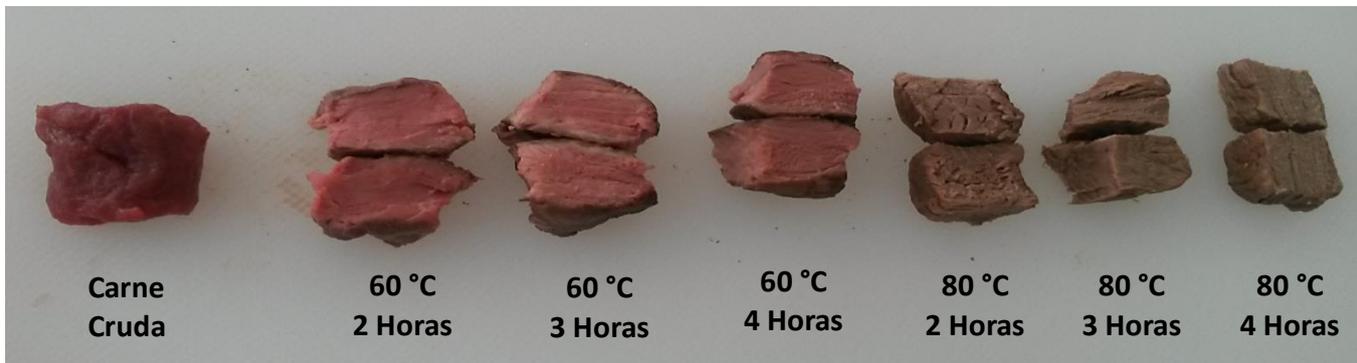
Anexo V.6. Bacterias de ácido láctico (log UFC/g) de la carne de vacuno, durante 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

	0 Días	7 Días	14 Días	21 Días
Carne cruda	2.54±0.08	2.61±0.08	2.67±0.02	2.77±0.01
T1	1.58±0.4	1.72±0.02	1.85±0.04	2.03±0.06
T2	1.3±0.3	1.43±0.18	1.81±0.02	1.98±0.04
T3	1.18±0.04	1.38±0.05	1.72±0.02	1.94±0.06
T4	1.46±0.28	1.62±0.2	1.7±0.03	1.95±0.02
T5	1.48±0.04	1.58±0.03	1.73±0.04	1.89±0.01
T6	0.84±0.08	0.95±0.07	1.61±0.07	1.85±0.04

Carne Cruda; T1: 60°C/2 horas; T2: 60°C/3 horas; T3:
60°C/4 horas; T4: 80°C /2 horas; T5: 80°C/3 horas; T6:
80°C/4 horas.

ANEXO VI

Carne cruda y carne de vacuno (*Bos taurus*), procesadas mediante la tecnología *SOUS VIDE*



ANEXO VII

Panel fotográfico



Fotografía 1. Cabinas de evaluación sensorial



Fotografía 2. Evaluación sensorial de la carne de vacuno procesada mediante la tecnología *SOUS VIDE*



Fotografía 3. Texturómetro



Fotografía 4. Espectrofotómetro.