

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



Efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena (*Avena sativa* L.) sobre el rendimiento de cocción, firmeza, color y aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*)

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

RAFAEL ANTONIO OTINIANO PULIDO

TRUJILLO, PERÚ

2019

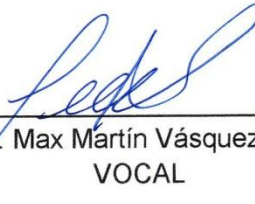
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón
PRESIDENTE



Ing. Dr. Fredy Pérez Azahuanche
SECRETARIO



Ing. Ms. Max Martín Vásquez Senador
VOCAL



Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme y permitirme culminar la presente investigación.

A mis padres Cesar Otiniano y Miriam Pulido, quienes me inculcaron con su ejemplo el amor verdadero, valores humanos y morales para ser una buena persona; ahora desde el Cielo y dentro de mi corazón me cuidan y me acompañan para siempre.

A mi tía Norma Pulido, mi segunda madre, quien es mi soporte, mi fortaleza y a quien le estaré sumamente agradecido por cada esfuerzo y amor incondicional.

A mi hermano Carlos, un ser humano muy lindo y noble, a quien quiero mucho.

A mi cuñada Carolina, por su gran estima, aprecio y buenos consejos.

A mi sobrinita Emily, por su cariño, ternura, alegría y gran amor.

A todos mis amigos y amigas, por su estima, apoyo y confianza.

A mis psicólogas Patricia Altuna, Lizeth Montenegro y Rocío Rebaza, por su apoyo emocional, orientación, buenos consejos, y acompañamiento durante la realización de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna por su apoyo constante para la realización de esta investigación.

A los señores miembros del jurado: Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón, Dr. Fredy Perez Azahuanche y Ms. Max Martín Vásquez Senador por sus consejos, exigencia, recomendaciones y orientación en cada etapa de esta investigación.

A la Ing. María Luisa Hayayumi por su apoyo en la parte experimental de esta investigación.

A la Dra. Blanca Flor Robles Pastor y al Ing. Jesús Obregón por su apoyo en la parte estadística de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4
2.1. Avena.....	4
2.2. Fibra dietética	4
2.2.1. Productos alimenticios con fibra dietética	5
2.2.2. Usos y beneficios de la fibra dietética	6
2.3. Salvado de avena	6
2.4. Hamburguesa	9
2.4.1. Definición y generalidades	9
2.4.2. Composición química de la hamburguesa cruda	9
2.4.3. Ingredientes en la elaboración de hamburguesas de carne de vacuno.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.2. Materiales	13
3.3. Equipos e instrumentos	14
3.4. Metodología	14
3.4.1. Esquema experimental.....	14

3.4.2. Diagrama de flujo del proceso experimental.	16
3.4.3. Formulación para la elaboración de hamburguesa	17
3.5. Métodos de análisis	18
3.5.1. Preparación de la hamburguesa para su análisis	18
3.5.2. Rendimiento de cocción	19
3.6. Métodos estadísticos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Efecto sobre el rendimiento de cocción en la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena.....	23
4.2. Efecto sobre la firmeza en la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida.	25
4.3. Efecto sobre el color en hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cruda.	28
4.4. Efecto sobre el color en hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida.....	32
4.5. Efecto sobre la aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida.	37
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. BIBLIOGRAFÍA	42
VIII. ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Perú: Producción agrícola anual de cereales periodo 2012-2016 (miles de toneladas)	5
Cuadro 2. Composición nutricional del salvado de avena crudo	7
Cuadro 3. Composición química de la hamburguesa de carne de vacuno cruda.	10
Cuadro 4. Composición química de la carne de vacuno.	11
Cuadro 5. Formulaciones para la elaboración de hamburguesas con sustitución de grasa de cerdo por salvado de avena.....	18
Cuadro 6. Prueba de Levene para el rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.....	24
Cuadro 7. Análisis de varianza para el rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.....	25
Cuadro 8. Prueba de Duncan para el rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.....	25
Cuadro 9. Prueba de Levene para la firmeza en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	27
Cuadro 10. Análisis de varianza para la firmeza en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	27
Cuadro 11. Prueba de Levene para el color en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.	31
Cuadro 12. Análisis de varianza para el color en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.	32
Cuadro 13. Prueba de Levene para el color en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	35
Cuadro 14. Análisis de varianza para el color en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	36
Cuadro 15. Prueba de Duncan para b* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	37
Cuadro 16. Prueba de Friedman de la aceptabilidad general de la hamburguesa de carne de vacuno cocida	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena	15
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso experimental de elaboración de la hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.....	16
Figura 3. Cartilla para evaluación de la aceptabilidad general de la hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.....	21
Figura 4. Rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.	23
Figura 5. Firmeza en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	26
Figura 6. Valores de L* en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.....	28
Figura 7. Valores de a* en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.....	29
Figura 8. Valores de b* en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.....	30
Figura 9. Valores de L* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.....	33
Figura 10. Valores de a* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.....	34
Figura 11. Valores de b* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.....	35
Figura 12. Aceptabilidad general en la hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.	38

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos experimentales de rendimiento de cocción (RC) y firmeza en hamburguesas de carne de vacuno con salvado de avena.....	46
Anexo 2. Datos experimentales de color de hamburguesas crudas (Hcr) y cocidas (Hco) de carne de vacuno con salvado de avena.....	47
Anexo 3. Calificaciones de prueba de aceptabilidad general de la hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.....	48

RESUMEN

Se investigó el efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena (0, 6, 10 y 14%) sobre el rendimiento de cocción, firmeza, color y aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*). Se analizó la firmeza y la aceptabilidad general en hamburguesa cocida, y el rendimiento de cocción y el color en hamburguesa cruda y cocida. Para la evaluación estadística, se trabajó a un nivel de confianza del 95%. El efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena es significativo sobre el rendimiento de cocción (cocido/crudo) en la hamburguesa de carne de vacuno, y sobre el valor de color b* en la hamburguesa de carne de vacuno cocida; el efecto no es significativo sobre la firmeza y la aceptabilidad general. Así mismo, no presentó efecto significativo sobre los valores de color L*, a* y b* en la hamburguesa de carne de vacuno cruda; los valores de color L* y a* en la hamburguesa de carne de vacuno cocida mostraron el mismo comportamiento. La hamburguesa cocida con 14% de sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena (S₃), permitió obtener el mayor valor de rendimiento de cocción (86.18%), firmeza (9.19 N), los valores de color más altos: L* (34.7), a* (5.39) y b* (6.93), y la mayor aceptabilidad general (8) en la hamburguesa de carne de vacuno cocida.

ABSTRACT

The effect of the partial substitution of pork (*Sus scofra domestica*) fat with oat bran (0, 6, 10 and 14%) on the cooking performance, firmness, color and overall acceptability in the beef (*Bos taurus*) burger was investigated. The firmness and overall acceptability in cooked burger, and cooking performance and color in raw and cooked hamburger were analyzed. For the statistical analysis, a confidence level of 95% was considered. The effect of partial substitution of pork fat with oat bran is significant on the cooking performance in the beef burger, and on the color value b^* in the cooked beef burger; the effect is not significant on firmness and overall acceptability. Likewise, it had no significant effect on the color values L^* , a^* and b^* in the raw beef burger; the color values L^* and a^* in the cooked beef burger showed the same behavior. The cooked hamburger with 14% partial fat substitution with oat bran (S_3), allowed to obtain the highest value of cooking performance (86.18%), firmness (9.19 N), highest color values: L^* (34.7), a^* (5.39) and b^* (6.93), and the highest overall acceptability (8) in cooked beef burger.

I. INTRODUCCIÓN

Un alimento funcional es semejante en apariencia física al alimento convencional, consumido como parte de la dieta diaria, que además de sus funciones nutricionales básicas, produce efectos metabólicos o fisiológicos benéficos, útiles en el mantenimiento de una buena salud física y mental (Ospina y otros, 2011) y se le considera funcional si contiene un componente (sea nutriente o no) con un efecto selectivo de una o varias funciones del organismo, cuyos efectos positivos justifican que sea visto como funcional (fisiológico) o incluso saludable (Ospina y otros, 2011).

El consumo de alimentos modificados o con adiciones de algunos ingredientes puede proporcionar beneficios para la salud, adicionales a los nutricionales que normalmente aporta un alimento. Por lo tanto, se pueden modificar los productos alimenticios por la adición de nutrientes no inherentes a los alimentos equivalentes originales (Ospina y otros, 2011).

La posibilidad de prevenir enfermedades mediante la alimentación es de mucho interés para la población; y la industria alimentaria lo considera como una buena oportunidad de negocio. La industria cárnica es una de las más importantes en el mundo y, consecuencia de esto, la investigación en nuevos productos es continua. Actualmente, la investigación y el lanzamiento de nuevos productos están dirigidos a aportar alternativas saludables. Frecuentemente los productos cárnicos son acusados de causar gran variedad de patologías que se derivan principalmente del contenido de grasa, ácidos grasos saturados, y colesterol y su asociación con enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y obesidad, entre otros (Ospina y otros, 2011).

Muchas investigaciones se han desarrollado con el propósito de establecer alternativas para reducir parcial o totalmente los contenidos de grasa en las formulaciones cárnicas; principalmente la grasa de cerdo (Pacheco y otros, 2011). Dentro de estas alternativas, se destaca el uso de ingredientes no cárnicos, que contribuyen a mantener las características organolépticas y de proceso que pueden variar por la disminución de la grasa (Pacheco y otros, 2011).

En la actualidad los consumidores demandan carne y productos cárnicos más saludables, con niveles de grasa y colesterol reducidos, contenido de sodio y nitritos bajos, por lo que los consumidores están más interesados por productos que mejoren la salud (Chamorro y otros, 2013). Las industrias cárnicas buscan abaratar los productos cárnicos para obtener mayor producción, actualmente se utilizan ingredientes que proporcionan beneficios a la salud. Es posible bajar el contenido de grasa y reemplazarla con fibra de salvado de arroz para lograr productos cárnicos funcionales (Álvarez y Urraca, 2014).

Los cambios constantes en las recomendaciones dietéticas han incrementado la demanda de productos “bajos en grasa”. Esta tendencia se ha ejercido sobre los cárnicos de consumo masivo, tal como las hamburguesas, por contener altas cantidades de grasa saturada, asociadas a las enfermedades cardiovasculares (Piñero y otros, 2004).

La avena es un cereal que posee gran cantidad de fibra dietética, convirtiéndose en un alimento de gran alternativa por su bajo precio. Un subproducto obtenido de la elaboración de la avena es el salvado de avena, el cual aporta fibra dietética soluble y se ha demostrado que posee β -glucano; el cual ejerce un efecto hipocolesterolémico, ya que su consumo disminuye el colesterol total de la sangre y el de las LDL (Lipoproteínas de baja densidad), lo que conlleva a la disminución del

riesgo de padecer isquemia cardíaca coronaria (disminución transitoria del riego sanguíneo al corazón) (Piñero y otros, 2004).

En el Perú, la producción del grano de avena está en crecimiento; el año 2015, fue de 15.9 mil t y de 20.8 mil t el 2016. El grano es utilizado como materia prima y/o insumo por la agroindustria para su transformación en hojuelas (MINAGRI, 2017a).

En la presente investigación se estudia la sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena, en la elaboración de hamburguesas de carne de vacuno. Esta propuesta pretende mejorar las características nutricionales de la hamburguesa de carne de vacuno conservando o mejorando sus características funcionales y sensoriales.

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de tres sustituciones parciales de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena (0, 6, 10 y 14%) sobre el rendimiento de cocción, firmeza, color y aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*)?

Los objetivos fueron:

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena (0, 6, 10 y 14%) sobre el rendimiento de cocción, firmeza, color y aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*).
- Determinar la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena que produzca el mayor rendimiento de cocción, la mejor firmeza, el mejor color, y la mayor aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*).

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Avena

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Es utilizada para consumo humano, pero principalmente como forraje para animales.

En el Cuadro 1 se muestra la producción agrícola de cereales en miles de toneladas por producto según año, desde el 2012 hasta el 2016. Se nota que en el año 2015 se produjo 15.9 mil t y el 2016, 20.8 mil t de grano de avena.

En el Perú, en el año 2016 se importó 5903 t de avena por un valor de 1447 miles de dólares americanos (MINAGRI, 2017b).

2.2. Fibra dietética

Según Decker y Park (2010), citados por Carrasco (2012), la fibra dietética es un compuesto bioactivo que se utiliza como ingrediente funcional en productos cárnicos. Desde el punto de vista de la alimentación, se considera fibra dietética a aquellas partes de los vegetales que no pueden ser digeridos por el organismo humano (Licata, 2010; citado por Carrasco, 2012). La fibra dietética forma parte estructural de las plantas y, por tanto, se encuentra en todos los alimentos vegetales (Yun y otros, 2005; citados por Carrasco, 2012).

Cuadro 1. Perú: Producción agrícola anual de cereales periodo 2012-2016 (miles de toneladas)

Producto	2012	2013	2014	2015	2016
Cereales					
Trigo	226.2	230.1	218.9	214.8	191.1
Maíz amarillo duro	1393.0	1364.7	1227.6	1438.6	1232.4
Maíz amiláceo	280.9	307.5	302.1	307.9	277.4
Maíz morado	18.5	20.1	18.0	21.2	21.4
Arroz con cascarilla	3043.3	3046.8	2896.6	3151.4	3165.7
Sorgo grano	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2
Cebada grano	214.5	224.5	226.3	227.2	204.5
Avena grano	13.4	13.3	14.7	15.9	20.8
Quinoa	44.2	52.1	114.7	105.7	79.3
Kiwicha	2.8	2.5	2.4	4.8	2.7
Cañihua	4.9	4.6	4.9	4.7	4.6

Fuente: Adaptado de MINAGRI (2017a)

2.2.1. Productos alimenticios con fibra dietética

Según García y otros (2008); citados por Carrasco (2012), los alimentos que contienen fibra dietética son:

- Cereales. En especial los cereales integrales, como la cebada, la avena, el arroz integral, el centeno, el salvado de trigo y el salvado de avena.
 - Legumbres
 - Frutas. Fresas, manzanas, ciruelas, peras, naranjas, limones.
 - Verduras y hortalizas. Brócoli, remolachas, alcachofas, pepinos, espárragos, zanahorias, lechuga.
 - Frutos secos.

2.2.2. Usos y beneficios de la fibra dietética

Blasco (2006), citado por Carrasco (2012), menciona que la fibra dietética es utilizada en productos cárnicos procesados con tres propósitos:

1) Cuando la fibra dietética se calienta, forma geles que pueden ligar y atrapar el agua.

2) La fibra dietética emula la firmeza y la sensación a grasa en la boca como si la tuviera.

3) La fibra dietética derivada de la celulosa disminuye la concentración de sal en la elaboración de salchichas.

Los beneficios del consumo de la fibra dietética son aportaciones terapéuticas y alimenticias ya que acelera el tránsito intestinal y disminuye la hidrólisis de la glucosa, contribuyendo a un menor riesgo de diabetes; previene enfermedades como la hemorroides, el síndrome del intestino irritado, la diverticulosis; reduce los niveles de colesterol en la sangre, y hace lenta la absorción del azúcar (Pérez y Zamora, 2002; citados por Carrasco 2012).

2.3. Salvado de avena

El salvado de avena se obtiene a partir del tamizado ligero de la harina de avena molida, correspondiente a lo que serían las capas externas del grano y más concretamente al pericarpio, con sus tres subcapas: epicarpio, mesocarpio y endocarpio (ricas en fibras y minerales), la testa (rica en vitaminas y enzimas) y la capa de aleurona (rica en proteínas y grasa) (León y Rosell, 2007 y Peel, 2005; citados por Carrasco, 2012).

En el Cuadro 2 se muestra la composición nutricional del salvado de avena crudo.

Cuadro 2. Composición nutricional del salvado de avena crudo

Componente	Contenido (en 100 g de porción comestible)
Energía (kJ)	1029.26
Agua (g)	6.55
Grasa (g)	7.03
Proteína (g)	17.30
Hidratos de carbono (g)	66.22
Fibra (g)	15.4
Potasio (mg)	566
Sodio (mg)	4
Fósforo (mg)	734
Calcio (mg)	58
Magnesio (mg)	235
Cobre (mg)	0.403
Hierro (mg)	5.41
Manganeso (mg)	5.630
Zinc (mg)	3.11
Vitamina C (mg)	0
Vitamina B1 (mg)	1.170
Vitamina B2 (mg)	0.220
Vitamina B3 (mg)	0.934
Vitamina B6 (mg)	0.166
Vitamina A (mg)	0
Vitamina E (mg)	1.710
Ácido fólico (mg)	52

Fuente: Pineda (2002), citado por Carrasco (2012).

El salvado de avena se usa para atrapar agua y mejorar la firmeza en productos cárnicos con poca grasa, debido a su mayor concentración de componentes hidrosolubles (en comparación con otras fibras). El salvado de avena se mezcla con saborizantes y sazónadores para mantener el sabor en productos cárnicos reducidos en grasa (Decker y Park, 2010; citados por Carrasco, 2012).

El salvado de avena provee flavor, textura y sensación de grasa en carne bovina molida y en embutidos de carne de cerdo (Ospina y otros, 2011).

Propiedades funcionales del salvado de avena

El salvado de avena presenta las siguientes propiedades funcionales (Carrasco, 2012):

- **Control de colesterol en la sangre**

El salvado de avena tiene muchas fibras solubles, que absorben el colesterol en el intestino, expulsándolo por las heces fecales al exterior, antes de que sea absorbido por el organismo.

- **Control de estreñimiento**

La fibra en el salvado de avena aumenta el peristaltismo intestinal y ablanda las heces para ser expulsadas con mayor facilidad y frecuencia.

- **Control de los niveles de azúcar en la sangre**

La ingesta de la fibra soluble de salvado de avena, disminuye la absorción de azúcar en el intestino, con lo que regula el nivel de azúcar en la sangre.

- **Reducción de algunos tipos de cáncer**

El salvado de avena tiene la capacidad de absorber toxinas, que son expulsadas al exterior; previniendo el cáncer de colon, próstata, útero y mama.

2.4. Hamburguesa

2.4.1. Definición y generalidades

La hamburguesa es un preparado cárnico elaborado con carne picada a la que se le agrega sal, condimentos y especias. Posteriormente la mezcla se amasa y se moldea (Echeverri y otros, 2004).

La carne de hamburguesa es generalmente de vaca, de cerdo o pollo. Es aconsejable que la carne tenga poca grasa, para evitar una disminución de tamaño durante la fritura y mantener una buena calidad nutritiva (Ramos y otros, 2009).

Para el consumo de hamburguesa su fritura debe ser intensa para prevenir peligros sanitarios. Para su conservación se requiere congelarla y/o refrigerarla; pues de no ser así, se tiene que consumir antes de las 24 h de su preparación (Echeverri y otros, 2004).

2.4.2. Composición química de la hamburguesa cruda

En el Cuadro 3, se muestra la composición química de la hamburguesa de carne de vacuno cruda.

2.4.3. Ingredientes en la elaboración de hamburguesas de carne de vacuno

- **Carne de vacuno**

En el Cuadro 4, se muestra la composición química de la carne de vacuno (*Bos taurus*).

- **Grasa de cerdo**

En la elaboración de productos cárnicos, las grasas confieren dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad, color y sabor. Estas características también dependen de la presencia de ácidos grasos insaturados y de cadena corta. Otra característica de la grasa es la temperatura de fusión, que se utiliza para determinar el grado de temperatura en que la grasa cambia de estado sólido a líquido (Tellegen, 2003; citado por Loú, 2016).

Cuadro 3. Composición química de la hamburguesa de carne de vacuno cruda.

Componente	Contenido (en 100 g de porción comestible)
Energía (kJ)	1108.76
Proteínas (g)	15.20
Lípidos (g)	20.50
Carbohidratos (g)	5.30
Fibra (g)	0.00

Fuente: Lorenzini (2005) y Quesada (2009), citados por Carrasco (2012)

Cuadro 4. Composición química de la carne de vacuno.

Componente	Cantidad (en 100 g de porción comestible)
Energía (kJ)	439.32
Agua (g)	75.9
Proteína (g)	21.3
Grasa (g)	1.6
Ceniza (g)	1.1
Calcio (mg)	16
Fósforo (mg)	208
Hierro (mg)	3.40
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	6.82

Fuente: Reyes y otros (2009)

- **Sal**

Contribuye al sabor, actúa como conservador retardando el crecimiento microbiano. Reduce la disponibilidad de agua en el medio (actividad del agua) para el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas. Ayuda a la solubilización de las proteínas (Sánchez, 2003).

- **Agentes aromatizantes y especias**

Son aquellas sustancias que proporcionan olor y sabor a los productos alimenticios a los que se incorporan (Sánchez, 2003).

Entre las especias para la elaboración de hamburguesas se utilizan:

– **Orégano**

Es una planta cultivable de la que se emplea la parte superior, es secada al aire; se usa molido. Es de sabor amargo y olor aromático (Sánchez, 2003).

– **Pimienta**

Es la semilla interior del pericarpio. Ofrece un sabor picante y astringente. Contiene calcio, hierro y potasio (Sánchez, 2003).

– **Ajo**

Se usan los dientes que forman el bulbo (“cabeza del ajo”), en proporciones pequeñas; se usa desecado o molido. Posee un sabor acre y fuerte olor. Destaca por tener efecto bactericida (Sánchez 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La preparación de las hamburguesas de carne de vacuno y los análisis correspondientes se realizaron en el Laboratorio de Productos Cárnicos y en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales

Materiales de investigación

- La carne de vacuno molida de corte tipo tapa de pecho y la grasa de cerdo molida se adquirieron en el Mercado Santa Rosa de Trujillo.
- El salvado de avena. Marca Grano de Oro se adquirió en Supermercado Plaza Veá.

Insumos

- Sal de mesa. Marca Emsal.
- Ajo en pasta. Marca Ajos Norte.
- Orégano molido. Marca 4 Estaciones.
- Pimienta negra en polvo. Marca Kariño.
- Huevos.
- Harina. Marca Favorita Cocinera.
- Agua mineral.
- Pan rallado.
- Aceite Primor Corazón.

Materiales

- Cocina semi-industrial. Marca Surge,
- Sartén y paleta de teflón.
- Tazón.

- Vaso de precipitado de 100 mL.
- Papel de aluminio.
- Platos y vasos descartables.
- Tapers descartables.
- Bolsas de plástico Ziploc.
- Guantes de latex.
- Molde para hamburguesa de 10 cm de diámetro y 1 cm de espesor.

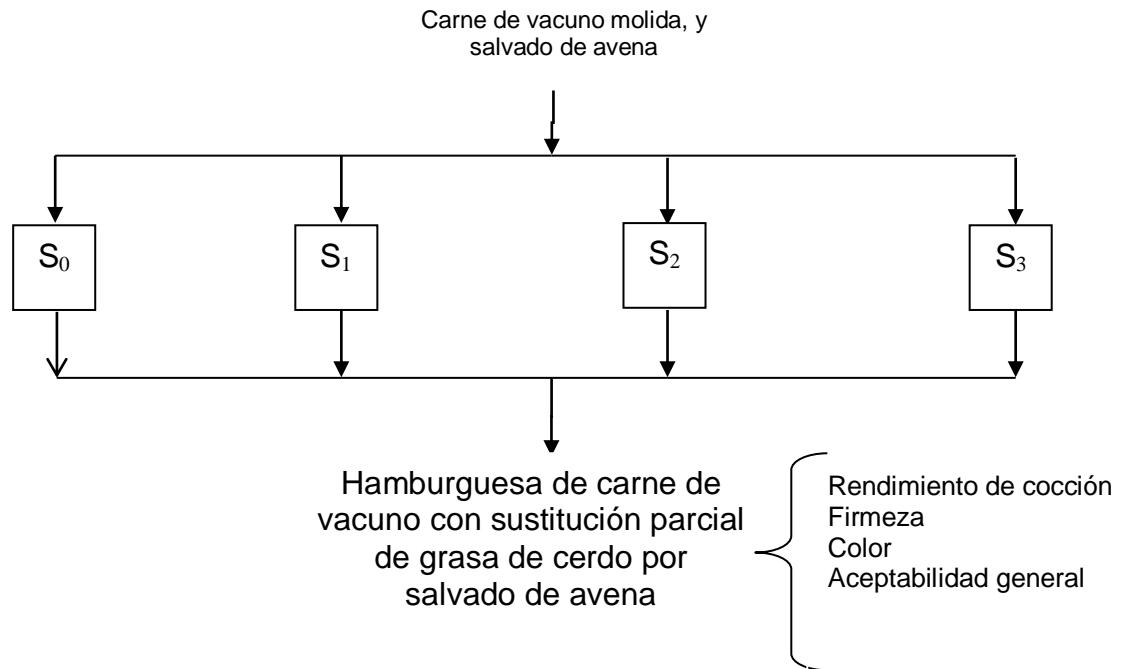
3.3. Equipos e instrumentos

- Termómetro digital. Marca Multidigital. -50/150 °C.
- Texturómetro Instron modelo 3342.
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Sensibilidad 0.0001 g.
- Balanza semianalítica Ohaus de 600 g de capacidad y 0.01 g de sensibilidad.
- Refrigeradora Bosch GS 32.
- Congeladora Coldex.
- Colorímetro. Marca Konica Minolta. Modelo CR-400.

3.4. Metodología

3.4.1. Esquema experimental

La Figura 1 muestra el esquema experimental para la investigación sobre hamburguesa de carne de vacuno con grasa de cerdo y sus sustituciones parciales por salvado de avena. La variable independiente es la sustitución de grasa de cerdo por salvado de avena; las variables dependientes son el rendimiento de cocción, firmeza, color, y aceptabilidad general.



Leyenda

S₀: Tratamiento control con 20% de grasa de cerdo y 0% de salvado de avena.

S₁: Sustitución parcial de grasa de cerdo con 6% de salvado de avena.

S₂: Sustitución parcial de grasa de cerdo con 10% de salvado de avena.

S₃: Sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena.

Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena

3.4.2. Diagrama de flujo del proceso experimental.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de hamburguesa de carne de vacuno (Loú, 2016).

La descripción de cada operación para la elaboración de la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena en estudio es la siguiente:

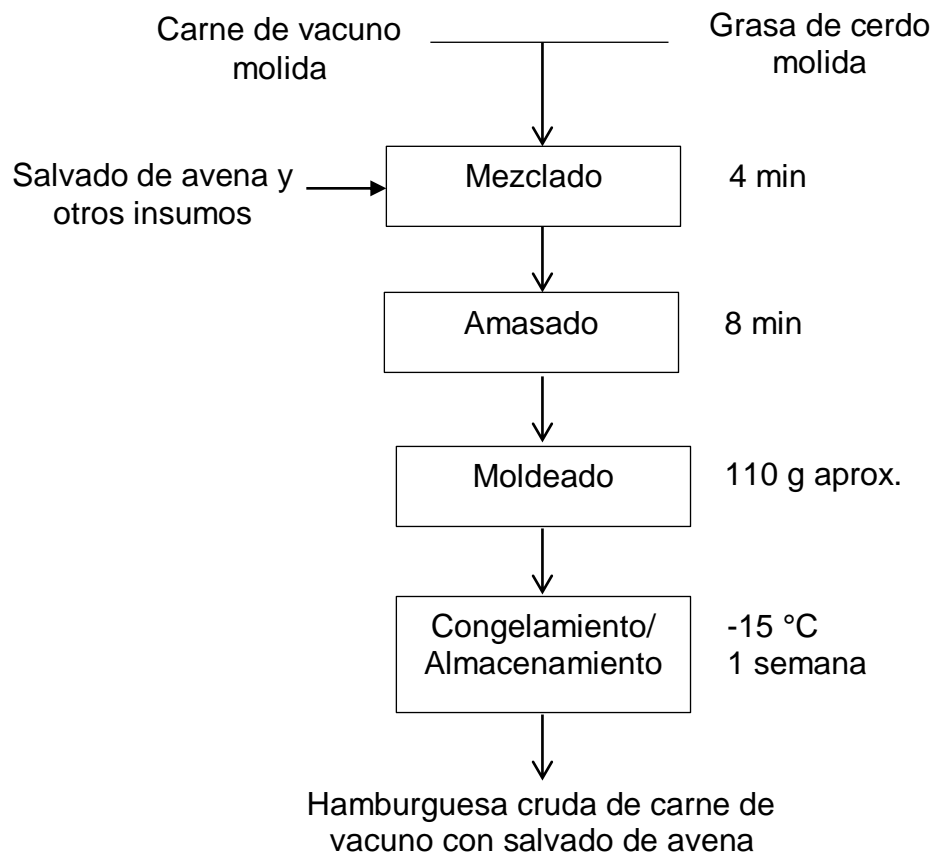


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso experimental de elaboración de la hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

Fuente: Adaptado de Loú (2016)

- **Mezclado**

La carne de vacuno y la grasa de cerdo molidas, se mezclaron con los demás ingredientes de las formulaciones, incluyendo las concentraciones de salvado de avena (6, 10 y 14%) durante 4 min (Loú, 2016).

- **Amasado**

La mezcla se amasó manualmente por 8 min hasta conseguir una masa consistente sin que se pegue en las manos (Loú, 2016).

- **Moldeado**

Del material del amasado se pesaron porciones aproximadas de 110 g cada una, para ser moldeadas manualmente en forma de esferas. Las esferas se empanizaron con pan rallado y se colocaron en un molde para hamburguesas de 10 cm de diámetro y 1 cm de altura, y se presionaron para darle la forma aplanada redonda típica del producto (Piñero y otros, 2004).

- **Congelamiento/Almacenamiento**

Las hamburguesas se colocaron en bolsas de plástico Ziploc y se almacenaron a -15 °C por 1 semana, para luego realizar los análisis respectivos (García y otros, 2012).

3.4.3. Formulación para la elaboración de hamburguesa

En el Cuadro 5, se presenta las formulaciones para la elaboración de hamburguesa según las sustituciones de grasa de cerdo que se realizarán con salvado de avena.

Cuadro 5. Formulaciones para la elaboración de hamburguesas con sustitución de grasa de cerdo por salvado de avena.

Ingrediente	Sustitución (g/100 g de mezcla)			
	S0	S1	S2	S3
Carne de vacuno	60	60	60	60
Grasa de cerdo	20	18.8	18	17.2
Salvado de avena	0	1.2	2	2.8
Sal	1.30	1.30	1.30	1.30
Ajo molido	0.40	0.40	0.40	0.40
Orégano en polvo	0.20	0.20	0.20	0.20
Pimienta en polvo	0.07	0.07	0.07	0.07
Agua	6	6	6	6
Harina	10	10	10	10
Huevos	2.03	2.03	2.03	2.03
Total	100	100	100	100

Fuente: Adaptado de Piñero y otros (2008)

3.5. Métodos de análisis

3.5.1. Preparación de la hamburguesa para su análisis

Descongelado

Se retiraron las hamburguesas de la congeladora y se colocaron en un refrigerador a 4 °C por un día (Navarro, 2016).

Cocción

Las hamburguesas se cocieron por ambos lados en una sartén de teflón utilizando 60 mL de aceite, aproximadamente unos 10 minutos hasta alcanzar la temperatura interna final de 71 °C aproximadamente; medida con un termómetro digital -50/150 °C sonda fija acero inoxidable 120 mm de longitud. Las muestras se cubrieron con

papel aluminio para mantener su temperatura a 35 °C por una hora (Carrasco, 2012).

3.5.2. Rendimiento de cocción

Se determinó pesando las hamburguesas de carne de vacuno antes y después de la cocción (García y otros, 2012). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$RC = \left(\frac{\text{Peso de HCo}}{\text{Peso de HCr}} \right) 100\%$$

Donde:

RC= Rendimiento de cocción

HCo= Hamburguesa de carne de vacuno cocida

HCr= Hamburguesa de carne de vacuno cruda

Este análisis se realizó por triplicado.

3.5.3. Firmeza

Para este análisis se empleó el texturómetro Instron, modelo 3342, el cual mide la resistencia a la penetración expresada en N, cuyo máximo valor es de 50 N. La resistencia a la penetración se define como el valor de fuerza máxima presentada antes de la ruptura del material al realizar el proceso de penetración con un cilindro/punzón de un diámetro igual o menor a tres veces el diámetro del material a ensayar, de tal manera que los efectos en los bordes y la parte inferior del material sean insignificantes. El diámetro del pistón fue de 9.6 mm, la velocidad fue de 50 mm/min. Se evaluó las unidades de hamburguesas cocidas, las cuales se apoyaron sobre una base sólida con una perforación central que permitió el libre paso del pistón al momento de atravesarla (Pérez-Arévalo y otros, 2009). Este análisis se realizó por triplicado.

3.5.4. Color

Se realizó por el método de colorimetría triestímulo utilizando un colorímetro marca Konica Minolta. La medición de color se llevó a cabo en las hamburguesas crudas y cocidas. Primero se calibró el equipo a blanco por medio de una placa hasta obtener los siguientes valores $Y=92.84$, $x=0.3134$, $y=0.3203$. Luego, se colocó el cabezal de medida sobre las hamburguesas, tomándose la lectura. La L^* (luminosidad), a^* y b^* (coordenadas de cromaticidad) donde $+a^*$ es la dirección de color rojo, $-a^*$ es la dirección verde, $+b^*$ es la dirección amarillo, y $-b^*$ es la dirección azul (Steffens y otros, 2007; citados por Loú, 2016). Este análisis se realizó por triplicado.

3.5.5. Aceptabilidad general

La aceptabilidad general fue evaluada por medio de una escala hedónica estructurada de 9 puntos desde “Me disgusta muchísimo” a “Me gusta muchísimo”. Se usó un panel de 30 panelistas no entrenados (Anzaldúa-Morales, 2005).

Las muestras se prepararon 1 h antes de realizar la prueba sensorial. Se cocinaron las hamburguesas y se obtuvieron 8 porciones de cada hamburguesa de un peso de 14 g aproximadamente cada porción (Loú, 2016).

Las cuatro muestras correspondientes a los tratamientos, incluyendo al control se colocaron en un plato descartable de primer uso. Cada plato se sirvió con un vasito con 25 mL de agua mineral como neutralizante entre cada formulación (Piñero y otros, 2008). En la Figura 3, se muestra la cartilla con la que se evaluó la aceptabilidad general de la hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: _____

Instrucciones:

Se presenta una prueba de aceptabilidad general. A continuación pruebe las muestras una por una. Evalúe cada muestra y coloque un aspa para cada muestra según su aceptabilidad.

Escala	135	294	348	477
Me gusta muchísimo	-----	-----	-----	-----
Me gusta mucho	-----	-----	-----	-----
Me gusta moderadamente	-----	-----	-----	-----
Me gusta ligeramente	-----	-----	-----	-----
Ni me gusta ni me disgusta	-----	-----	-----	-----
Me disgusta ligeramente	-----	-----	-----	-----
Me disgusta moderadamente	-----	-----	-----	-----
Me disgusta mucho	-----	-----	-----	-----
Me disgusta muchísimo	-----	-----	-----	-----

Comentarios:

Figura 3. Cartilla para evaluación de la aceptabilidad general de la hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

3.6. Métodos estadísticos

La evaluación estadística de los valores de los resultados, correspondientes a un estudio unifactorial con cuatro niveles y cinco repeticiones, se realizó con la prueba de Levene para las variables paramétricas: Rendimiento de cocción, el color, y la firmeza; a fin de determinar la homogeneidad de las varianzas; luego, se aplicó el análisis de varianza para determinar la significancia; finalmente se aplicó el método Duncan, para determinar el mejor tratamiento.

La aceptabilidad general es una variable no paramétrica y fue evaluada mediante la prueba de Friedman.

Estas evaluaciones se ejecutaron utilizando el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 25, al nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto sobre el rendimiento de cocción en la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena.

En la Figura 4, se muestran los valores de rendimiento de cocción de hamburguesas de carne de vacuno con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. Se aprecia un incremento de esta variable al aumentar el contenido de salvado de avena. El tratamiento control muestra un rendimiento de cocción de 80.28%, mientras que el mayor valor es de 86.18%. En el Anexo 1, se encuentran los valores de rendimiento de cocción.

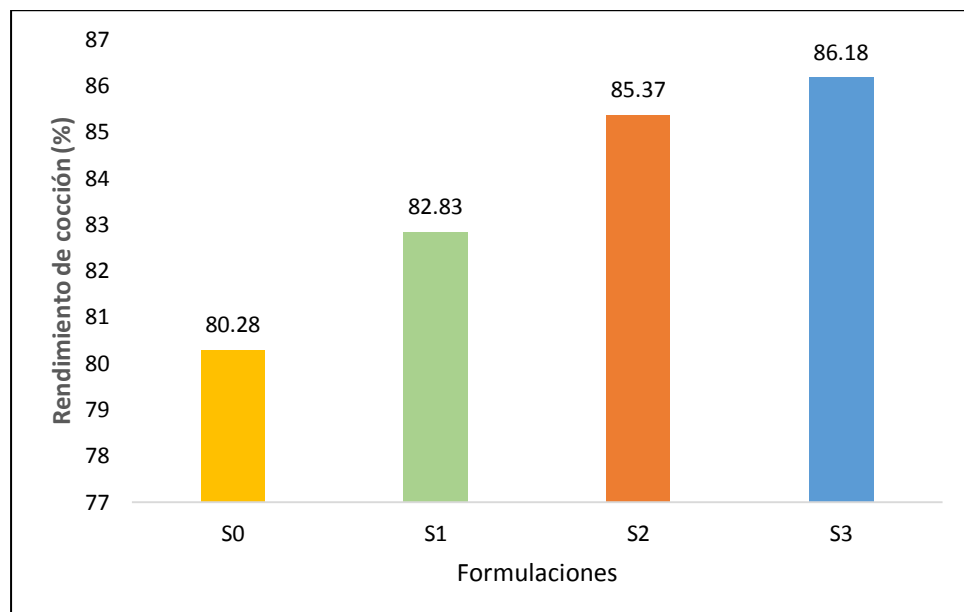


Figura 4. Rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

García y otros (2012) evaluaron el efecto de la sustitución de grasa por harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) en hamburguesa de vacuno. Establecieron cuatro formulaciones de 0; 20; 40; y 60% de inclusión de harina de quinchoncho por la grasa. El rendimiento de cocción varió entre

68.28 y 84.23%. La mayor pérdida de cocción fue observada para el control, debido a la alta pérdida de grasa y humedad durante la cocción. Las pérdidas por cocción de las muestras disminuyeron con la adición de la harina de quinchoncho.

Loú (2016) evaluó el efecto de la sustitución de grasa por aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (5; 7.5 y 10%) y harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) (2; 4 y 6%) variedad Inguiri en hamburguesa de carne de vacuno. Analizó el rendimiento de cocción, encontrando un incremento de esta variable al aumentar el contenido de aceite de sachá inchi y harina de plátano, fluctuando entre los valores de 90.61 y 96.33%.

El rango de los porcentajes de rendimiento de cocción de la presente investigación (de 80.28 a 86.18%) se encuentra dentro del rango encontrado por García y otros (2012) (de 68.28 a 84.23%); siendo mayor el rango encontrado por Loú (2016) (de 90.61 a 96.33%)

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de rendimiento de cocción de hamburguesas de carne de vacuno. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$) para el rendimiento de cocción.

Cuadro 6. Prueba de Levene para el rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

Estadístico de Levene	p
0.302	0.823

El Cuadro 7, muestra el análisis de varianza para los valores de rendimiento de cocción en hamburguesas de carne de vacuno, demostrándose que la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el rendimiento de cocción en la hamburguesa de carne de vacuno

En el Cuadro 8, se observa la prueba Duncan aplicada a los valores de rendimiento de cocción en hamburguesas de carne de vacuno. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos.

La sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena (S₃), es el mejor tratamiento ya que presenta el mayor valor de rendimiento de cocción (86.18%).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulaciones	106.837	3	35.612	3.580	0.037
Error	159.142	16	9.946		
Total	265.980	19			

Cuadro 8. Prueba de Duncan para el rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

Formulación	Subconjuntos	
	1	2
S ₀	80.2840	
S ₁	82.8300	82.8300
S ₂		85.3720
S ₃		86.1800
Sig.	0.220	0.130

4.2. Efecto sobre la firmeza en la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida.

En la Figura 5 se muestran los valores de firmeza en hamburguesa de carne de vacuno cocida con sustitución parcial de grasa por salvado de avena. Los datos de firmeza se presentan en el Anexo 1.

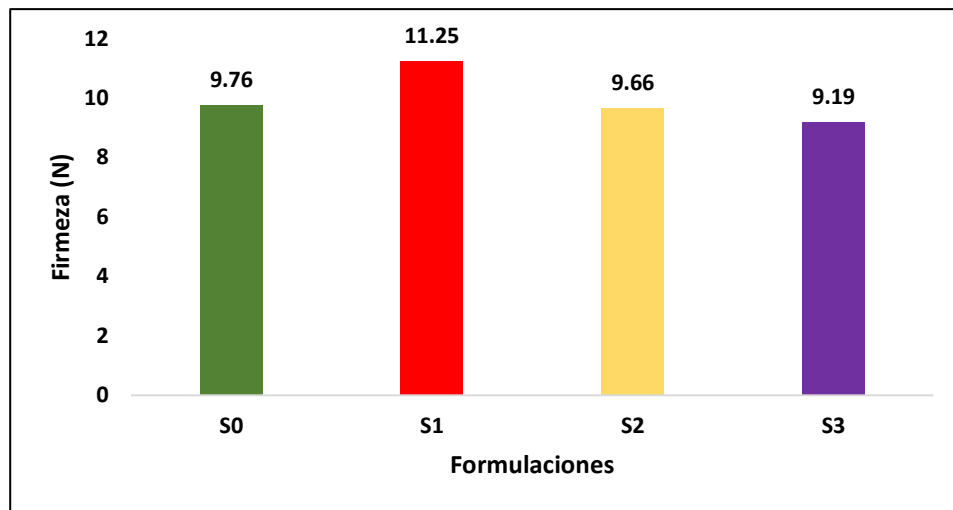


Figura 5. Firmeza en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Loú (2016) en su investigación, analizó la firmeza, encontrando un incremento de esta variable al aumentar el contenido de aceite de sacha inchi y harina de plátano (10% y 6%) en la sustitución de grasa de cerdo; fluctuando entre los valores de 1.90 y 3.17 N. El tratamiento control presentó valor de firmeza de 2.49 N, mucho menor que 9.76 N de la presente investigación, lo que pudo atribuirse a la formulación, al tipo de corte y al tamaño de partículas de la molienda de la carne de vacuno. Estos valores y su tendencia no son similares a los de la presente investigación; debido a que se trató de un alimento de estructura más débil y de aceite, los que contribuyen a una menor firmeza.

Piñero y otros (2004) evaluaron el efecto de la sustitución de grasa sobre la fuerza de corte (FC) en hamburguesas de carne de vacuno “bajas en grasa”, elaboradas con diferentes proporciones de un concentrado de β -glucano. Formularon carne para hamburguesas con tres niveles de sustitución de grasa 50, 70 y 90%, comparando con un control de 20% de grasa. Las formulaciones con mayor concentración de β -glucano (70 y 90%) resultaron ser más blandas y con mayor retención de humedad en relación al control. El β -glucano es un derivado de la fibra de

avena (Piñero y otros, 2004), es por ello que en esta investigación, a medida que se incrementa el contenido de salvado de avena en la hamburguesa de carne de vacuno su firmeza disminuye, aunque ligeramente, debido a las sustituciones de menor valor.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de firmeza en la hamburguesa de carne de vacuno cocida. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) para la firmeza.

Cuadro 9. Prueba de Levene para la firmeza en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Estadístico de Levene	p
0.573	0.641

El Cuadro 10, muestra el análisis de varianza para los valores de firmeza en hamburguesa de carne de vacuno cocida con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. El análisis de varianza demostró que la sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena no presentó efecto significativo ($p > 0.05$) sobre la firmeza en hamburguesa de carne de vacuno cocida; por lo tanto la firmeza es estadísticamente igual para todos los tratamientos; por lo que la sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena (S_3), podría considerarse como el mejor tratamiento para la firmeza por su mayor contenido de salvado de avena.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la firmeza en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulaciones	11.966	3	3.989	0.663	0.587
Error	96.236	16	6.015		
Total	108.202	19			

4.3. Efecto sobre el color en hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cruda.

Los datos de color en hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cruda se presentan en el Anexo 2.

En la Figura 6, se muestran los valores de L^* en hamburguesas de carne de vacuno cruda con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. Se aprecia un aumento de esta variable a medida que se incrementa el salvado de avena, donde los valores de L^* fluctúan entre 48.98 y 51.59.

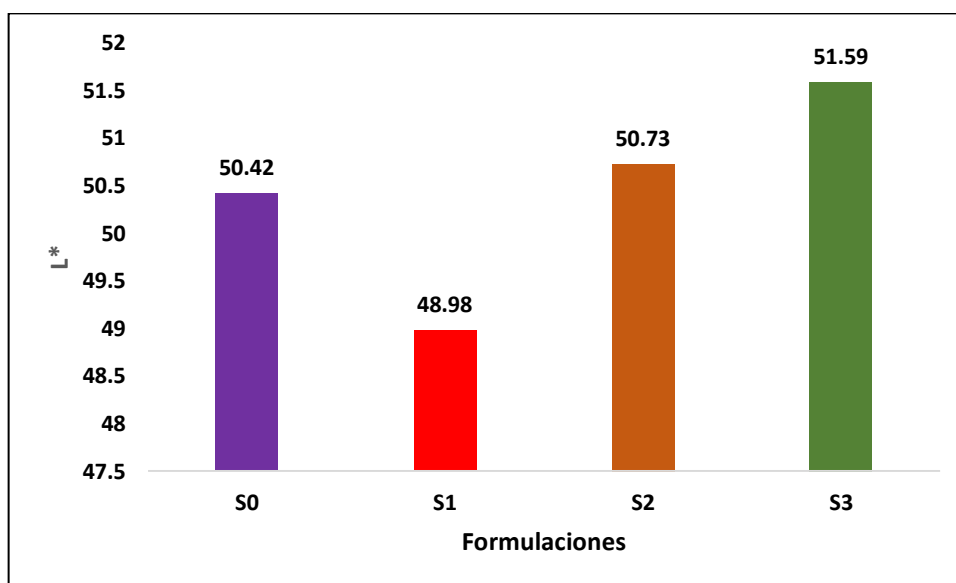


Figura 6. Valores de L^* en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.

Loú (2016), obtuvo un aumento de la variable L^* al sustituir grasa de cerdo por aceite de sacha inchi y harina de plátano, cuyos valores fluctúan entre 57.51 y 61.34. Pasando de un color oscuro a uno más claro. En la presente investigación, a medida que aumenta el contenido de salvado de avena, aumenta la variable L^* , observándose hamburguesas con tonalidades más claras, a medida que el porcentaje de sustitución incrementa.

En la Figura 7, se muestran los valores de a^* en hamburguesas de carne de vacuno cruda con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. Se aprecia una disminución de esta variable a medida que se incrementa el salvado de avena. Observándose tonalidades menos rojizas en las hamburguesas con mayor porcentaje de sustitución.

Sánchez y otros (2010), evaluaron el efecto de la fibra de la chufa o nuez tigre (*Cyperus esculentus*) en hamburguesas de carne de cerdo (0, 5, 10 y 15%), donde, al aumentar la concentración de fibra los valores de a^* disminuyeron.

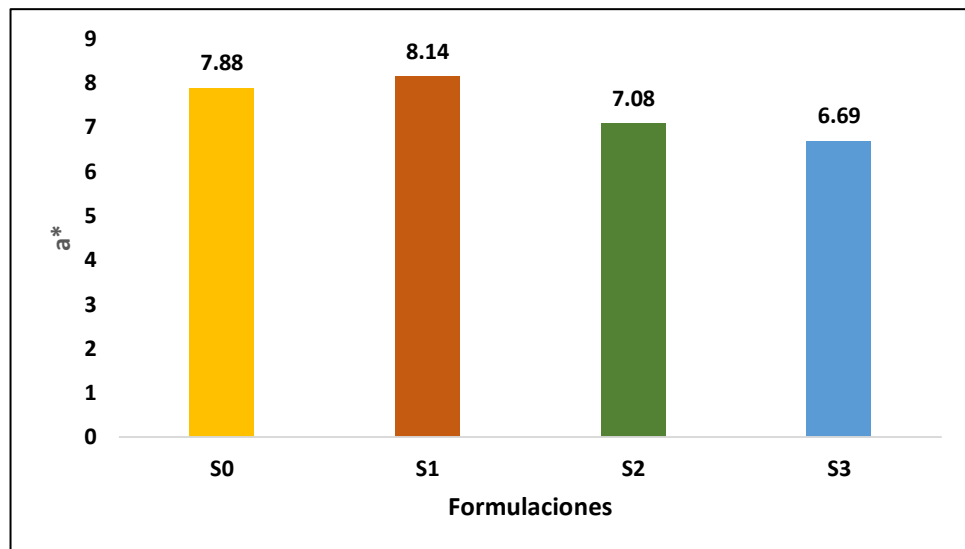


Figura 7. Valores de a^* en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.

Gök y otros (2011), evaluaron la sustitución de grasa por pasta de semillas oleaginosas de amapola (25, 50 y 100%) en hamburguesas crudas de carne de vacuno, alcanzando valores de a^* de 16.9, 16.5 y 15.1 respectivamente, mostrándose inferiores al control ($a^* = 17.3$).

Los valores de a^* de la presente investigación disminuyen a medida que se incrementa el salvado de avena (de 8.14 a 6.69), de igual manera ocurre en la investigación de Gök y otros (2011) (de 17.3 a 15.1) a medida que se incrementa la pasta de semillas oleaginosas de amapola.

En la Figura 8, se muestran los valores de b^* en hamburguesas de carne de vacuno cruda con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. Se aprecia un aumento de esta variable a medida que se incrementa el salvado de avena.

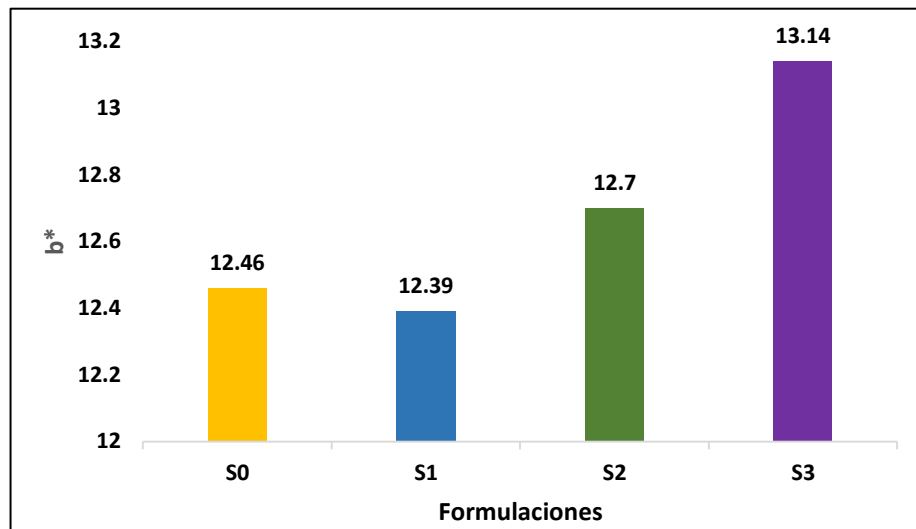


Figura 8. Valores de b^* en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.

Loú (2016), observó que al incrementar el contenido de aceite de sacha inchi, los valores de b^* aumentaron en hamburguesa cruda de carne de vacuno con sustitución de grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano (pasando de tonalidades azules a amarillas), fluctuando entre valores de b^* de 13.02 y 15.87. A excepción del tratamiento con 5% de aceite de sacha inchi y 4% de harina de plátano, cuyo resultado fue de 11.64. El tratamiento control tuvo un valor de b^* de 12.09.

Gök y otros (2011), evaluaron la sustitución de grasa por pasta de semillas oleaginosas de amapola (25, 50 y 100%) en hamburguesas crudas de carne de vacuno, alcanzando valores de b^* de 16.4, 17.7 y 19.1 respectivamente, encontrándose mayores al valor control ($b^* = 15.9$). Esto se debe a la alta concentración de pigmento amarillo en la semilla de amapola.

Sánchez y otros (2010), evaluaron el efecto de la fibra de la chufa o nuez tigre (*Cyperus esculentus*) en hamburguesas de carne de cerdo (0, 5, 10 y 15%), donde, al aumentar la concentración de fibra los valores de b^* aumentaron.

En la presente investigación se encontró un aumento de la variable b^* en un rango comprendido entre 12.39 y 13.14; valores similares a los encontrados por Loú (2016) de 13.02 a 15.87. Mientras que Gök y otros (2011) encontraron valores mayores comprendidos entre 15.9 y 19.1.

El aumento de los valores de b^* (hacia tonalidades amarillas claras) y disminución de a^* (hacia tonalidades verdes claras) se debe a la presencia de pigmentos cremas, conformados por los carotenoides (Durán y Honores, 2012; citados por Navarro, 2016).

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de color L^* , a^* y b^* en hamburguesa de carne de vacuno cruda. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) para los valores de color L^* , a^* y b^* .

Cuadro 11. Prueba de Levene para el color en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.

Variable	Estadístico de Levene	p
L^*	0.588	0.632
a^*	1.123	0.369
b^*	1.427	0.272

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de varianza para los valores de color L^* , a^* y b^* en hamburguesa de carne de vacuno cruda.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el color en hamburguesa cruda de carne de vacuno con salvado de avena.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
L*	Formulaciones	17.633	3	5.878	1.513	0.249
	Error	62.138	16	3.884		
	Total	79.771	19			
a*	Formulaciones	6.906	3	2.302	2.276	0.119
	Error	16.183	16	1.011		
	Total	23.089	19			
b*	Formulaciones	1.693	3	0.564	0.711	0.560
	Error	12.706	16	0.794		
	Total	14.399	19			

El análisis de varianza demostró que la sustituciones parciales de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena no presentó efecto significativo ($p>0.05$) sobre los valores de color L*, a* y b* en la hamburguesa de carne de vacuno cruda; por lo tanto los valores de color L*, a* y b* son estadísticamente iguales para todos los tratamientos.

La sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena (S₃), es el mejor tratamiento para los valores de color L*, a* y b*, por su mayor contenido de salvado de avena.

4.4. Efecto sobre el color en hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida.

Los datos de color en hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida se presentan en el Anexo 2.

En la Figura 9, se muestran los valores de L* en hamburguesas de carne de vacuno cocida con sustitución parcial de grasa de cerdo por

salvado de avena. Se aprecia un aumento de esta variable a medida que se incrementa el salvado de avena.

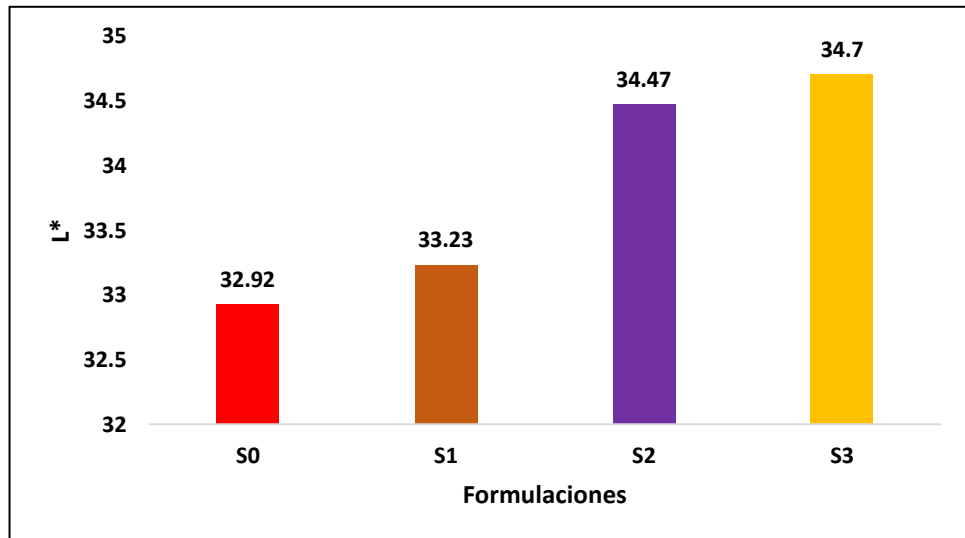


Figura 9. Valores de L* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Loú (2016), muestra los valores de L* en hamburguesas cocidas de carne de vacuno con sustitución de grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano, donde se aprecia un incremento de esta variable al aumentar la sustitución de grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano. Los valores oscilaron de 37.58 a 47.94. El tratamiento control presentó un valor de L* de 34.36. En la presente investigación hubo también un incremento de la variable L*, donde los valores oscilaron de 33.23 a 34.7, siendo el valor del tratamiento control de 32.92.

En la Figura 10, se muestran los valores de a* en hamburguesas de carne de vacuno cocida con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. Se aprecia un aumento de esta variable a medida que se incrementa el salvado de avena.

Rodríguez-Carpena y otros (2012), aluden que la cocción disminuye la intensidad del color rojo característico de las carnes hasta un color

marrón parduzco, típico de hamburguesas cocidas. Originado principalmente por la desnaturalización de hemoproteínas debido a la alta temperatura de cocción y la formación de productos coloreados de Maillard en el calentamiento.

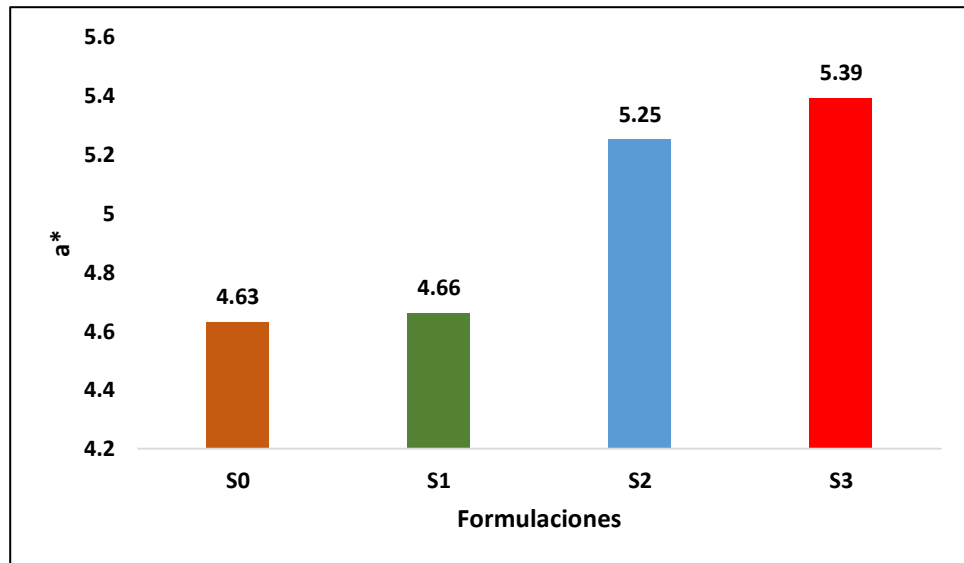


Figura 10. Valores de a^* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

En la Figura 11, se muestran los valores de b^* en hamburguesas de carne de vacuno cocida con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena. Se aprecia un aumento de esta variable a medida que se incrementa el salvado de avena.

Gök y otros (2011), evaluaron la sustitución de grasa por pasta de semillas oleaginosas de amapola (25, 50 y 100%) en hamburguesas cocidas de carne de vacuno, alcanzando valores de b^* de 12.6, 13.7 y 16.7 respectivamente, encontrándose mayores al valor control ($b^* = 11.2$). A mayor sustitución de grasa por pasta de semillas de amapola, mayor valor de b^* en hamburguesas cocidas. En la presente investigación los valores de b^* fueron menores a los encontrados por Gök y otros (2011), comprendidos entre 4.99 y 6.93; pero con la misma tendencia a aumentar.

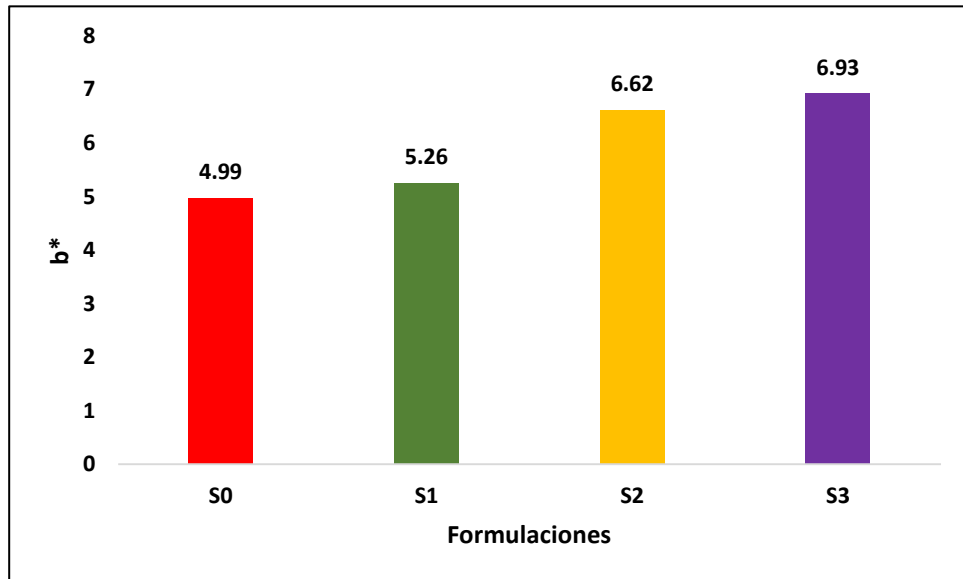


Figura 11. Valores de b* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de color L*, a* y b* en hamburguesa de carne de vacuno cocida. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) para los valores de color L*, a* y b*.

Cuadro 13. Prueba de Levene para el color en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Variable	Estadístico de Levene	p
L*	0.178	0.910
a*	0.852	0.486
b*	1.448	0.266

En el Cuadro 14, se muestra el análisis de varianza para los valores de color L*, a* y b* en hamburguesa de carne de vacuno cocida.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el color en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
L*	Formulaciones	11.769	3	3.923	0.735	0.546
	Error	85.440	16	5.340		
	Total	97.209	19			
a*	Formulaciones	2.342	3	0.781	0.746	0.541
	Error	16.755	16	1.047		
	Total	19.097	19			
b*	Formulaciones	14.015	3	4.672	3.507	0.040
	Error	21.316	16	1.332		
	Total	35.332	19			

El análisis de varianza demostró que la sustituciones parciales de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena no presentaron efecto significativo ($p > 0.05$) sobre los valores de color L* y a* en la hamburguesa de carne de vacuno cocidas; y presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre los valores de color b* en la hamburguesa de carne de vacuno cocida. Por lo tanto los valores de color L* y a* son estadísticamente iguales para todos los tratamientos.

La sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena (S₃), es el mejor tratamiento para los valores de color L* y a* por su mayor contenido de salvado de avena.

En el Cuadro 15, se presenta la prueba Duncan aplicada para el valor b* en hamburguesa de carne de vacuno cocida. Esta prueba indica que existió diferencia significativa sobre los valores de color b* denotados por la formación de subgrupos.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para b^* en hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

Formulación	Subconjuntos		
	1	2	3
S ₀	4.9920		
S ₁	5.2620	5.2620	
S ₂		6.6220	6.6220
S ₃			6.9300
Sig.	0.716	0.081	0.679

La sustitución parcial de grasa de cerdo con 6% de salvado de avena (S₁), es el mejor tratamiento para el valor de color b^* , por ser parecido al control.

4.5. Efecto sobre la aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno y salvado de avena cocida.

En la Figura 12, se presenta la moda de las calificaciones de aceptabilidad general para las diferentes formulaciones. Se observa que la formulación control S₀ y la formulación S₂ presentaron una moda de 7 (Me gusta mucho); mientras que las formulaciones S₁ y S₃ presentaron una moda de 8 (Me gusta muchísimo). En el Anexo 3, se presentan los datos de la aceptabilidad general.

La evaluación del análisis sensorial se realizó con un panel no entrenado de 30 personas, las cuales calificaron las cuatro muestras codificadas.

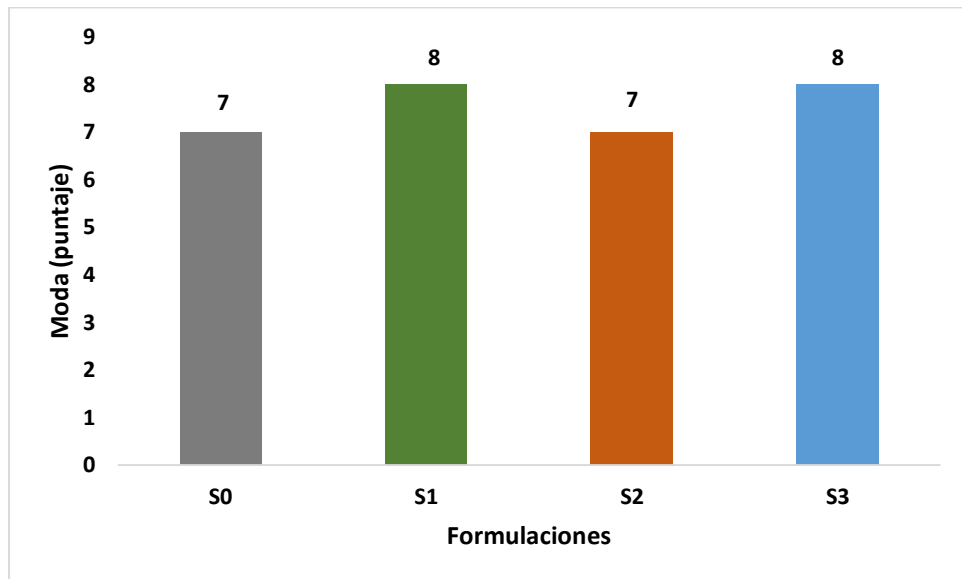


Figura 12. Aceptabilidad general en la hamburguesa cocida de carne de vacuno con salvado de avena.

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Friedman. Se observa que las sustituciones parciales de grasa de cerdo por salvado de avena no presentaron efecto significativo ($p > 0.05$) sobre la aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno cocida; por lo tanto la moda es estadísticamente igual para todos los tratamientos.

Cuadro 16. Prueba de Friedman de la aceptabilidad general de la hamburguesa de carne de vacuno cocida

Formulaciones	Rango Promedio	Moda	Media	Chi-Cuadrado	P
S ₀	2.43	7	7.60	6.534	0.088
S ₁	2.72	8	7.63		
S ₂	2.07	7	7.03		
S ₃	2.78	8	7.70		

Resultados similares fueron encontrados por Loú (2016), quien evaluó la aceptabilidad general en hamburguesas elaboradas con sustitución de grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano; donde

el tratamiento con aceite de sachá inchi al 10% y harina de plátano al 6%, presentó una moda estadística de 7 puntos. Así mismo en la prueba de Friedman, donde no presentó efecto significativo ($p>0.05$).

La sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena (S_3), es el mejor tratamiento para la aceptabilidad general, por su mayor contenido de salvado de avena.

V. CONCLUSIONES

El efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena es significativo sobre el rendimiento de cocción y el valor de color b^* en la hamburguesa de carne de vacuno cocida.

La hamburguesa con 14% de sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena (S_3), permitió obtener el mayor valor de rendimiento de cocción, la mejor firmeza, los mejores valores de color L^* , a^* y b^* y la mayor aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno cocida.

La sustitución parcial de grasa de cerdo con 14% de salvado de avena (S_3), es el mejor tratamiento por su mayor contenido de salvado de avena, aportando fibra dietética soluble que tiene efectos nutricionales y fisiológicos para una buena salud del consumidor. Un alimento de gran alternativa por su bajo precio.

VI. RECOMENDACIONES

Investigar sobre mayores sustituciones de grasa de cerdo por salvado de avena en hamburguesas de carne de vacuno, evaluando también el contenido de fibra, grasa y humedad.

Determinar el tiempo de vida útil de hamburguesas con sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena, mediante pruebas aceleradas.

Investigar sobre otras fuentes vegetales de fibra como sustitutos de grasa, por ejemplo, salvado de arroz.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, C. y Urraca, E. 2014. Efecto de la proporción de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua en la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial, y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana. *Pueblo Continente* 25 (2): 135-142. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Carrasco, H. 2012. Efecto de la sustitución de grasa por salvado de avena sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de hamburguesas de pavo (*Meleagris gallopavo*) doméstico blanco gigante. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Chamorro, H., González, J., Medina, O., Azpe, A. y Arce, G. 2013. Desarrollo de hamburguesas adicionadas con fibra de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y cacao en polvo (*Theobroma cacao*), características nutritivas, fisicoquímicas y sensoriales. *Nacameh* 7 (2): 97-108

Echeverri, L., Rincón, S., López, J. y Restrepo, D. 2004. Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa. Parte I. Productos de picado grueso. *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín* 57(1): 2229-2251. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

García, O., Ruíz-Ramírez, J. y Acevedo, I. 2012. Evaluación físico-química de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como extensor. *Revista Científica, FCV-LUZ* 22(6): 497-506. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E. y Bulut, S. 2011. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Science*. 89(1): 400-404.

Loú, C. 2016. Efecto de la sustitución de grasa por aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad Inguiri sobre el contenido de grasa, rendimiento de cocción, índice de peróxidos, color, firmeza y aceptabilidad general de hamburguesas de carne de vacuno (*Bos Taurus*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

MINAGRI. 2017a. Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera 2016. Ministerio de agricultura y riego. Lima, Perú.

MINAGRI. 2017b. Boletín estadístico de Comercio exterior agrario. Ministerio de agricultura y riego. Lima, Perú.

Navarro, D. 2016. Efecto de la mezcla de grasa, albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*.) var. Flavicarpa y aceite de girasol (*Helianthus annuus*) sobre la capacidad de retención de agua, color, textura y aceptabilidad general de hamburguesas de carne de vacuno (*Bos taurus*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Ospina, S., Restrepo, D. y López, J. 2011. Derivados cárnicos como alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación* 8 (2): 163-172. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquía, Colombia.

Pacheco, W., Restrepo, D. y Sepúlveda, J. 2011. Revisión: Uso de ingredientes no cárnicos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, 64(2): 6257-6264. Antioquía, Colombia.

Pérez-Arévalo, M., Morón-Fuentemayor, O., Gallardo, N., Vila, V., Arzalluz-Fischer, A. Puetrosevoli, S. 2009. Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. *Revista Científica*, 19 (2): 134-138. Universidad de Zulia. Venezuela.

Piñero, M., Ferrer, M., Arena de Moreno, L., Huerta-Leidenz, N., Parra, K. y Barboza de M., Y. 2004. Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesas de res “bajas en grasas” elaboradas con β -glucano. *Revista Científica*, FCV-LUZ 14(6). Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Piñero, M., Ferrer, M., Arena de Moreno, L., Huerta-Leidenz, N., Parra, K. y Araujo de R., S. 2008. Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico y ligero formulado con fibra soluble de avena. *Mundo Lácteo y Cárnico*. 29 (5): 19-23.

Ramos, D., Prieto, B., Salvá, B., Olaya, S., Fernández, D., Caro, I., Romero, M. y González, E. 2009. Manual de elaboración de preparados cárnicos en el departamento de Tumbes, Perú. Editorial Celarayn. Tumbes, Perú.

Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., Espinoza, C., Bravo, F. y Ganoza, L. 2009. Tablas Peruanas de Composición de alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú.

Rodríguez-Carpena, J., Morcuende, D. y Estévez, M. 2012. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science* 90 (1): 106-115.

Sánchez, T. 2003. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Editorial Mundi Prensa Libros. Madrid - España.

Sánchez, E., Muñoz, C, Fuentes, E., Fernández, J., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C. y Pérez, J. 2010. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat Science*, 85(1): 70-76.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos experimentales de rendimiento de cocción (RC) y firmeza en hamburguesas de carne de vacuno con salvado de avena.

Formulación	Repetición	Variables	
		RC (%)	Firmeza (N)
S ₀	R1	78.97	9.07
	R2	83.59	10.13
	R3	77.94	7.99
	R4	78.43	13.93
	R5	82.49	7.67
	Promedio	80.28	9.76
S ₁	R1	84.47	14.43
	R2	86.49	10.71
	R3	77.18	8.49
	R4	81.8	14.24
	R5	84.21	8.38
	Promedio	82.83	11.25
S ₂	R1	88.39	7.97
	R2	87.37	8.74
	R3	81.31	7.88
	R4	85.43	13.43
	R5	84.36	10.26
	Promedio	85.37	9.66
S ₃	R1	89.17	8.78
	R2	90.28	7.3
	R3	81.54	7.59
	R4	85.59	11.47
	R5	84.32	10.8
	Promedio	86.18	9.19

Anexo 2. Datos experimentales de color de hamburguesas crudas (Hcr) y cocidas (Hco) de carne de vacuno con salvado de avena.

Formulación	Repetición	Color Hcr			Color Hco		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
S ₀	R1	48.34	8.23	13.15	34.88	2.66	3.34
	R2	52.11	6.95	11.72	34.78	4.49	5.64
	R3	49.98	8.17	12.35	30.75	5.11	4.58
	R4	50.44	7.43	13.15	31.66	5.14	5.48
	R5	51.22	8.63	11.95	32.52	5.77	5.92
	Promedio	50.42	7.88	12.46	32.92	4.63	4.99
S ₁	R1	44.72	8.74	11.9	35.48	2.43	4.09
	R2	48.47	8.99	11.61	35.53	5.27	6.64
	R3	51.77	7.45	13.44	30.18	4.45	3.78
	R4	50.54	6.19	13.85	31.69	5.48	5.49
	R5	49.41	9.35	11.15	33.27	5.67	6.31
	Promedio	48.98	8.14	12.39	33.23	4.66	5.26
S ₂	R1	47.6	7.95	12.92	37.61	4.14	6.26
	R2	51.7	6.96	12.45	36.01	5.29	7.36
	R3	51.17	7.14	12.99	32.1	5.74	6.45
	R4	52.85	5.19	13.76	34.33	5.54	7.1
	R5	50.32	8.15	11.36	32.31	5.56	5.94
	Promedio	50.73	7.08	12.70	34.47	5.25	6.62
S ₃	R1	48.88	6.5	12.91	36.54	4.15	6.26
	R2	51.99	7.53	14.01	37.9	5.32	9.36
	R3	52.49	7.16	13.01	31.25	5.48	5.72
	R4	52.75	5.66	13.66	34.28	6.08	7.33
	R5	51.83	6.61	12.09	33.51	5.94	5.98
	Promedio	51.59	6.69	13.14	34.70	5.39	6.93

Anexo 3. Calificaciones de prueba de aceptabilidad general de la hamburguesa de carne de vacuno con salvado de avena.

Panelistas	Puntaje de Escala Hedónica			
	S0	S1	S2	S3
1	7	8	7	7
2	6	7	8	8
3	8	9	7	9
4	8	6	8	8
5	8	7	7	9
6	6	7	7	8
7	8	6	7	9
8	7	8	7	8
9	6	8	7	8
10	7	9	8	8
11	6	8	9	8
12	9	6	8	5
13	7	9	7	8
14	8	7	9	5
15	7	7	5	9
16	8	5	6	7
17	8	8	6	4
18	6	7	3	7
19	9	8	7	5
20	8	8	4	8
21	7	8	9	9
22	9	9	8	7
23	9	9	8	8
24	9	9	8	8
25	8	6	5	9
26	9	9	7	8
27	7	7	9	9
28	7	8	8	9
29	7	8	7	9
30	9	8	5	7
Moda	7	8	7	8
Media	7.60	7.63	7.03	7.70