

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación  
**Desarrollo de una formulación de carne molida condimentada más  
sostenible y con menor contenido grasa**

Estudiante

María Celeste Arita Erazo

Asesores

Adela Acosta, D.Sc.

Sandra Espinoza M.Sc.

Honduras, agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	6
Índice de Figuras .....	7
Índice de Anexos .....	8
Resumen.....	9
Abstract .....	10
Introducción .....	11
Materiales y Métodos .....	14
Localización .....	14
Proceso y Elaboración .....	14
Materia Prima .....	15
Pesado de los Ingredientes .....	15
Preparación de la Mezcla .....	15
Almacenamiento .....	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	16
Análisis Microbiológico.....	16
Análisis Físicos .....	16
Análisis Químicos.....	17
Humedad.....	17
Cenizas .....	17
Proteína Cruda .....	18

Grasa Cruda .....	18
Fibra Cruda .....	18
Análisis Sensorial .....	19
Resultados y Discusión .....	20
Color .....	20
Escala L .....	20
Escala a .....	21
Escala b .....	21
Análisis Proximal .....	22
Humedad .....	22
Cenizas .....	23
Proteína .....	24
Grasa .....	25
Fibra Cruda .....	26
Análisis Microbiológico .....	27
Coliformes Totales .....	27
Bacterias Mesófilas Aerobias .....	27
Análisis Sensorial .....	28
Color, Apariencia y Aroma .....	28
Jugosidad y Textura .....	29
Sabor y Aceptación General .....	30

Análisis de Correlación ..... 31

Conclusiones ..... 32

Recomendaciones ..... 34

Referencias ..... 35

Anexos ..... 40

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulación para carne molida condimentada. ....	15
Cuadro 2 Descripción de los tratamientos según el porcentaje de soya reconstituida y grasa. ....	16
Cuadro 3 Promedios y desviación estándar del valor L. ....	20
Cuadro 4 Promedios y desviación estándar del valor a. ....	21
Cuadro 5 Promedios y desviación estándar del valor b. ....	22
Cuadro 6 Promedios y desviación estándar del porcentaje de humedad de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada. ....	23
Cuadro 7 Promedios y desviación estándar del porcentaje de cenizas de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada. ....	24
Cuadro 8 Promedios y desviación estándar del porcentaje de proteína de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada. ....	25
Cuadro 9 Porcentaje de grasa de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada. ....	26
Cuadro 10 Promedios y desviación estándar del porcentaje de fibra cruda de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada. ....	27
Cuadro 11 Resultados de conteo de bacterias mesófilas aerobias. ....	28
Cuadro 12 Promedios y desviación estándar del atributo de color, apariencia y aroma del análisis sensorial. ....	29
Cuadro 13 Promedios y desviación estándar del atributo de jugosidad y textura del análisis sensorial. ....	30
Cuadro 14 Promedios y desviación estándar del atributo de sabor y aceptación general del análisis sensorial. ....	31
Cuadro 15 Resultados del análisis de correlación por tratamiento de cada atributo con la aceptación general. ....	32

**Índice de Figuras**

Figura 1 Flujo de proceso para la elaboración de carne molida condimentada comercial. ....	40
--	----

**Índice de Anexos**

Anexo A Costos directos de materia prima por libra.....	40
Anexo B Boleta de evaluación sensorial para carne molida condimentada.....	41



## Resumen

La carne es un alimento sumamente apreciado por gran parte de la humanidad por ser un alimento sabroso y de alto valor nutricional. Esta es fuente de proteína de alto valor biológico, ácidos grasos, minerales y vitaminas en cantidades adecuadas y en estructuras aprovechables para el organismo. Sin embargo, algunos métodos de producción de animales de carne, principalmente en rumiantes, preocupan desde un punto de vista de cambio climático. Asimismo, algunos cortes como la carne molida pueden tener dentro de su contenido graso hasta un 40% de grasas saturadas, lo cual, en consumo excesivo podría influir en el incremento de colesterol LDL. Es por ello, que se ha fomentado la inclusión de extensores, como la soya, que permite la reducción de carne y contenido graso en el producto. El objetivo de este estudio fue desarrollar una carne molida condimentada más sostenible y con menos grasa utilizando proteína de soya texturizada hidratada como extensor y evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Se evaluaron cinco tratamientos con 0, 5, 10, 15 y 20% de soya texturizada hidratada. La sustitución de soya permitió reducir el contenido de carne y grasa y aumentar el contenido de fibra. No hubo diferencia significativa en los parámetros microbiológicos, sin embargo, reduce el porcentaje de proteína y cenizas. La sustitución de carne de res por soya texturizada hidratada mejora la aceptación sensorial de jugosidad y solo con el 15% de sustitución se mejora la textura y aceptación general en relación con la carne molida condimentada sin sustitución.

*Palabras clave:* extensor, fibra, soya.

### **Abstract**

Meat is a food highly appreciated by much of humanity as it is a tasty food with high nutritional value. This is a source of protein of high biological value, fatty acids, minerals, and vitamins in adequate quantities and in structures that can be used by the body. However, some methods of production of meat animals, mainly in ruminants, are worrying from a climate change point of view. Also, some cuts such as ground meat can have within their fat content up to 40% saturated fat, which in excessive consumption could influence the increase in LDL cholesterol. That is why the inclusion of extenders, such as soy, has been promoted, which allows the reduction of meat and fat content in the product. The aim of this study was to develop a more sustainable and lower-fat seasoned ground beef using hydrated textured soy protein as an extender and to evaluate the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics. Five treatments were made with 0, 5, 10, 15 and 20% hydrated textured soy protein. The soy substitution included reducing the meat and fat content and increasing the fiber content. There was no significant difference in the microbiological parameters, however, reduce the percentage of protein and ash. Substituting hydrated textured soy for beef improves sensory acceptance of juiciness and only 15% substitution improves overall texture and acceptance relative to seasoned ground beef without substitution.

*Keywords:* extender, fiber, soy.

## Introducción

La alimentación en el siglo XXI ha experimentado cambios debido a factores que influyen en los hábitos del consumidor como el estrés, crisis global y tiempo libre limitado. Esto ha dado lugar a nuevas tendencias donde dan preferencia a productos congelados y alimentos que necesitan poca elaboración (Del Greco 2010).

La carne es un alimento sumamente apreciado por gran parte de la humanidad ya que puede satisfacer el comer algo sabroso, de alto valor nutricional y que produce saciedad (Rodríguez Rodríguez 2015). Esta es fuente de proteína de alto valor biológico, ácidos grasos, minerales y vitaminas en cantidades adecuadas y en estructuras aprovechables para el organismo (IICA 2015). Sin embargo, su alto costo de producción, y por ende de compra para el consumidor, es uno de sus principales retos de la industria.

Según un estudio de la (FAO et al. 2019), la falta de dinero es el principal factor que limita el acceso a los alimentos. En Honduras, un 48.3% de la población vive en pobreza, y el fuerte golpe de la pandemia y huracanes ha dejado a las familias con menos recursos para comprar alimentos nutritivos (UNICEF 2020; Banco Mundial 2021). Es estimado que el hondureño promedio consume 12 libras de carne menos de lo recomendado por la FAO (CATIE 2016).

Los esfuerzos de la industria cárnica por reducir costos han conllevado a la inclusión de materias primas proteicas, no cárnicas llamados extensores. Estos hacen referencia a ingredientes que sustituyen parte de la carne empleada en el producto y que al mismo tiempo dan un aporte proteico y funcional (Guemes Vera 2007). Su empleo también busca el aprovechamiento de fuentes alternativas de proteína que para muchos resultan poco apetecibles.

La soya es una de las materias primas más utilizadas como extensor de carne ya que contiene proteína de alto valor biológico muy similar a la encontrada en proteínas de origen animal, y tiene función tecnológica en el producto por su capacidad de retención de agua y ligamiento de grasa. En menor proporción la soya también aporta fibra, aproximadamente 4 g por cada 100 g de alimento

(Ridner 2006). Además, es evidente su conveniencia económica tomando en cuenta rendimiento y composición, por ejemplo, una tonelada de carne cuesta alrededor de USD5,700 mientras que una de proteína de soya cuesta USD463 (Index Mundi 2021). De tal modo, el uso de extensores ayuda a obtener una cantidad adicional de proteína de origen vegetal y convertirlo en un producto más económico.

Para enmascarar el sabor insípido a causa del reemplazo de carne por soya se utilizan ingredientes adicionales para aportar sabor al producto final. El ajo es comúnmente empleado por su sabor y aroma único, y además es considerado un antimicrobiano natural. Se han realizado estudios en carne molida donde la inclusión de ajo ha reducido el recuento de microorganismos (Cameroni 2012; Garzon Vallejo 2018).

La cebolla en polvo aporta carbohidratos, fibra, proteína, grasa, e importantes vitaminas (C, K y B-9). La vitamina C ayuda a que se produzca menos estrés oxidativo y disminuye el riesgo de cáncer; la vitamina K da protección contra problemas de salud cerebrales, calcificación arterial, y enfermedades cancerígenas; y la vitamina B-9 (ácido fólico) es vital para un desarrollo normal de todas las células. Cabe mencionar que también aporta potasio, zinc y calcio (Hernandez Fernández et al. 2008).

Con el propósito de cubrir las exigencias del consumidor actual se desarrolló una formulación de carne molida con diferentes porcentajes de soya texturizada y grasa, con el fin de incrementar el nivel de fibra y mejorar el perfil de grasa, mientras se reduce el costo de la porción, produciendo un alimento nutritivo y más económico. El producto representará un gran aporte de energía y nutrientes esenciales a un precio más accesible que la carne molida convencional. Además, contesta la tendencia de conveniencia, ya que facilitará la preparación al estar ya condimentada.

Los objetivos de este estudio fueron:

Desarrollar una carne molida condimentada más sostenible y con menos grasa sustituyendo parte de la carne de res por proteína texturizada de soya hidratada.

Evaluar el efecto de la adición de soya texturizada hidratada y reducción de carne en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los tratamientos.

Determinar la aceptación sensorial del consumidor de los distintos tratamientos de carne molida condimentada.

## Materiales y Métodos

### Localización

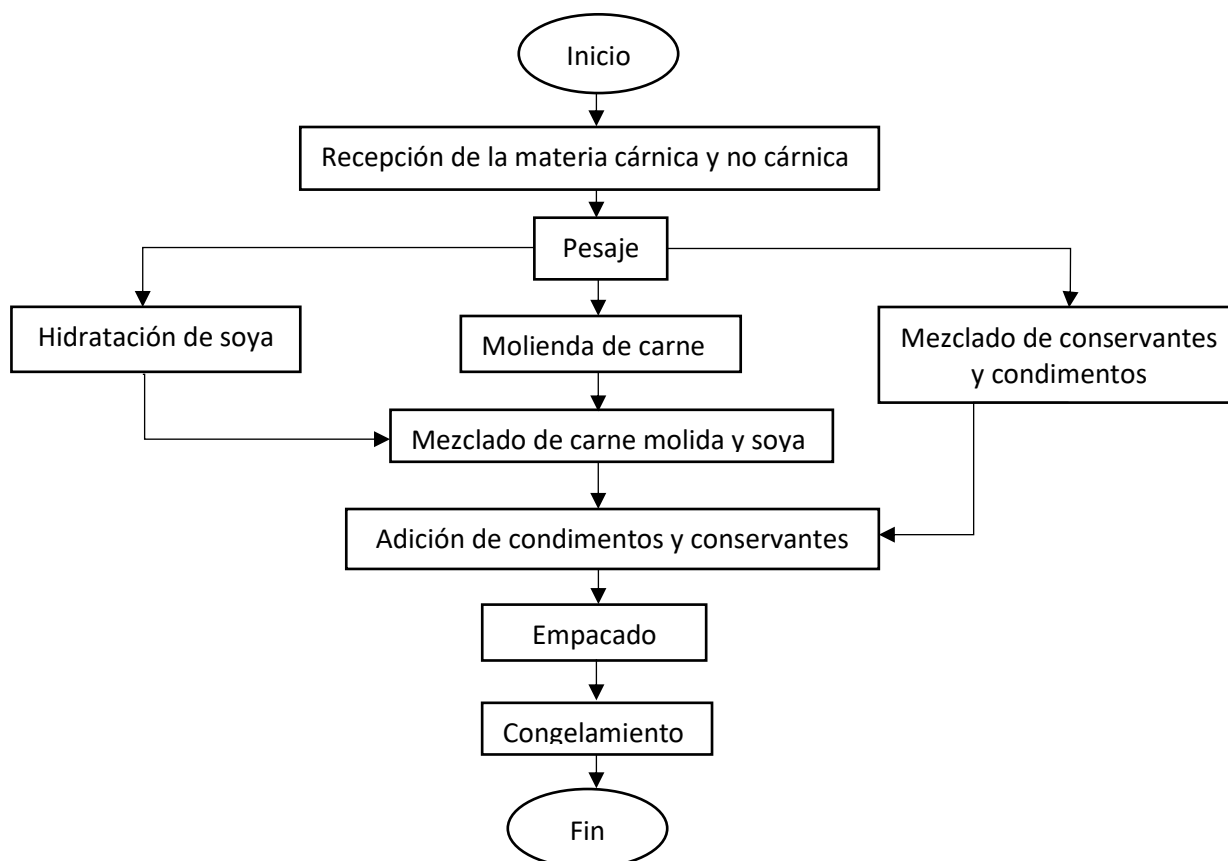
La elaboración de la carne molida condimentada comercial y los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Alimentaria de Zamorano; el análisis sensorial se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Zamorano; y los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Los centros mencionados anteriormente pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano ubicada en el Valle de Yeguaré, 30 km al este de Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.

### Proceso y Elaboración

La elaboración de la carne molida condimentada se realizó de forma ordenada siguiendo el protocolo de bioseguridad requerido por el laboratorio. Se cumplió con una limpieza y desinfección del área de trabajo y se siguió el siguiente flujo de proceso (Figura 1).

#### Figura 1

*Flujo de proceso para la elaboración de carne molida condimentada comercial.*



## Materia Prima

La carne de res y el ácido acético fueron obtenidos de la Planta de Cárnicos de Zamorano; la soya texturizada, condimentos y aditivos fueron comprados en un mercado local. Los costos de cada formulación se presentan en el Anexo A.

## Pesado de los Ingredientes

Se pesó cada uno de los ingredientes por separado y se colocaron en bolsas plásticas enumeradas para facilitar el proceso de mezclado según la formulación de cada tratamiento descritos en el Cuadro 1.

### Cuadro 1

*Formulación para carne molida condimentada.*

Ingredientes	Tratamientos (%)				
	1 (Control)	2	3	4	5
Corte de res industrial (10% de grasa)	29.67	13.37	29.04	46.05	65.25
Corte de res industrial (40% de grasa)	69.23	81.78	66.49	49.49	30.28
Soya reconstituida	0.00	4.78	9.55	14.33	19.11
Sal	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Ácido acético	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Cebolla en polvo	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Ajo en polvo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Pimienta negra	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Fosfatos	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

*Nota.* Tratamientos= 1: 0% de soya texturizada, 2: 5% de soya texturizada, 3: 10% de soya texturizada, 4: 15% de soya texturizada, 5: 20% de soya texturizada.

## Preparación de la Mezcla

Se inició con la molienda de la carne de res utilizando un molino Hobart 4822 con un disco de corte de 0.48 cm de diámetro. Posteriormente, se adicionó el resto de los ingredientes en un mismo orden y fue mezclado a mano cuidando que la temperatura no sobrepasara los 8 °C.

## Almacenamiento

Al finalizar el mezclado, se tomaron muestras de cada uno de los tratamientos para el análisis microbiológico y el resto de la carne molida condimentada fue almacenada en bolsas herméticas durante dos días en la cámara frigorífica de la planta de cárnicos a una temperatura de 0 °C.

## Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones para un total de 15 unidades experimentales. La descripción de cada tratamiento se presenta en el Cuadro 2. Para el análisis estadístico se utilizó el programa “Statistical Analysis System” (SAS) y se analizó a través de un ANDEVA y una separación de medias Duncan con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

### Cuadro 2

*Descripción de los tratamientos según el porcentaje de soya reconstituida y grasa.*

Tratamiento	Soya reconstituida (%)	Grasa de res (%)
1 (Control)	0	34.90
2	5	33.47
3	10	32.37
4	15	28.27
5	20	22.97

### Análisis Microbiológico

Se evaluaron coliformes totales, mesófilos aerobios y *E. coli* al día uno, siguiendo el procedimiento de recuento en placas 3M Petrifilm. Una vez abierta la bolsa con las muestras, se tomó 10 g de cada tratamiento y se colocó en una bolsa estéril para hacer la primera dilución 1/10 con 90 mL de buffer fosfato. Las bolsas fueron colocadas en el Stomacher durante 10 segundos. A partir de esta dilución se tomó 1 mL con una pipeta y se colocó en el centro de la película inferior de la placa Petrifilm®. Seguidamente se presionó la película superior con un dispensador y se incubó a una temperatura de  $35 \pm 1$  °C durante 24 h para coliformes y 48 h para mesófilos aerobios.

### Análisis Físicos

Se realizó una medición de color utilizando un Colorflex Hunter Lab mediante el método AN 1018.00 y escala Lab. Siendo la luminosidad medida en la escala “L” donde 100 es blanco y 0 negro; “a” es cromaticidad representando tonalidades de verde y rojo, donde valores negativos indican verde



y valores positivos indican rojo en una escala -60 a +60; y “b” indicando color azul (valores negativos) y color amarillo (valores positivos) en una escala de -60 a 60.

### **Análisis Químicos**

Se realizó un análisis proximal por duplicado a todos los tratamientos. La metodología utilizada en cada análisis es descrita a continuación:

#### ***Humedad***

La medición de humedad se realizó por el método AOAC 952.08. Se inició lavando los crisoles con Alcanox y secándolos por 24 horas en el horno a una temperatura de 105 °C. Los crisoles fueron enfriados por 20 minutos en un desecador y seguidamente fueron pesados en una balanza OHAUS SPX421. Se agregaron 3 g de muestra en cada uno y se dejaron secar por 12 horas. Los crisoles con la muestra seca se dejaron enfriar y se pesó cada uno de ellos para sacar el diferencial de peso y obtener el porcentaje de humedad con la Ecuación 1:

$$\%Humedad = \frac{(Peso\ de\ crisol\ con\ muestra\ húmeda) - (Peso\ crisol\ con\ muestra\ seca)}{Peso\ de\ la\ muestra} \times 100 \quad [1]$$

#### ***Cenizas***

Se realizó la medición de cenizas (minerales) por el método AOAC 923.03 Para ello, se lavaron los crisoles con Alcanox y secaron en el horno a 105 °C por 2 horas. Estos fueron pesados y se agregó 3±0.005 g de muestra a cada uno de ellos. Las muestras fueron secadas en el horno a 105 °C por 12 horas. Posteriormente, se incineró la muestra en una mufla Syron Thermolyne a 550 °C por 6 horas. Los crisoles se dejaron enfriar durante 30 minutos para ser pesados nuevamente. El porcentaje de cenizas se calculó con la Ecuación 2:

$$\% cenizas = \frac{(Peso\ final - Peso\ inicial\ del\ crisol\ vacío)}{Peso\ de\ la\ muestra} \times 100 \quad [2]$$

### **Proteína Cruda**

Se realizó un análisis de proteína cruda utilizando el método AOAC 2001.11. Se inició el procedimiento pesando un gramo de muestra en papel manila. Estos se introdujeron en un tubo de digestión. Se agregaron tres gotas de Octanol, dos tabletas catalizadoras Kjeltec Cu/3,5 y 12 mL de ácido sulfúrico. Los tubos se colocaron en el equipo Digestor FOSS Tecator D20 para iniciar el proceso de digestión. Al finalizar, cada tubo fue llevado a destilación en el equipo Destilador FOSS Kjeltec 8200 y se realizó la titulación de cada una de las muestras utilizando HCl al 0.1 N.

### **Grasa Cruda**

Se realizó un cálculo que aproximara el porcentaje de grasa en cada tratamiento. Para ello, se tomó en cuenta el porcentaje de grasa que se espera en cada materia prima. Se sumó el porcentaje de grasa de la carne y el porcentaje de grasa de la soya hidratada (Ecuación 3).

$$\% \text{ grasa final en la formulación} = \% \text{ grasa de la carne} + \% \text{ grasa de la soya hidratada} \quad [3]$$

### **Fibra Cruda**

El porcentaje de fibra cruda fue determinado utilizando el Sistema ANKOM según el método AOAC 978.10. Para ello, se utilizó el equipo ANKOM<sup>200</sup> y bolsas filtro #F57. Se pesó  $1.0 \pm 0.0005$  g de muestra previamente desgrasada con una solución 2:1 de cloroformo y metanol. Seguidamente, fueron selladas con calor y se colocaron en el equipo. Se agregaron 2000 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 0.225 N) a punto de ebullición durante 30 minutos, luego se hicieron tres lavados con 1500 mL de agua desionizada hirviendo durante 3-5 minutos. Al finalizar, se agregó 2000 mL hidróxido de sodio (NaOH al 0.313 N) a punto de ebullición y se concluyó con tres lavados con agua desionizada.

Se quitó el exceso de agua de las bolsas y se dejaron reposar en 250 mL de metanol durante 2-3 min. Se quitó el exceso de alcohol y se dejaron secar a temperatura ambiente para ser secados en el horno a 105 °C durante 2-3 horas aproximadamente. Se enfriaron en un desecador y se pesaron. Se concluyó con la incineración de las bolsas en la mufla a 550 °C durante 2 horas. Para calcular el porcentaje de fibra cruda se siguió la Ecuación 4.

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{(C - (A \times 0.992))}{B} \times 100 \quad [4]$$

Donde:

A = Peso de la bolsa (g)

B = Peso de la muestra (g)

C = Perdida en peso después de incineración de la bolsa/muestra (g)

0.992 = Factor de corrección de la bolsa

### **Análisis Sensorial**

El análisis sensorial se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta de Innovación de Alimentos. Se realizó un análisis afectivo con una prueba de aceptación para las cinco muestras en el cual evaluaron color, apariencia, aroma, textura, jugosidad, sabor y aceptación general. El panel evaluador estuvo conformado por 34 panelistas no entrenados por cada repetición. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos siendo uno: Me disgusta extremadamente, 5: No me gusta ni me disgusta, y 9: Me gusta extremadamente (Anexo B). Las muestras se frieron con su propia grasa por 15 a 18 minutos hasta alcanzar una temperatura de 72 °C siguiendo las recomendaciones de la FDA (FDA 2018). Se sirvieron aproximadamente 40 g en copas desechables codificadas al azar acompañadas de un vaso con agua y galleta soda para limpiar el paladar.

## Resultados y Discusión

### Color

#### *Escala L*

El valor *L* representa luminosidad, este va en una escala de cero (negro) a cien (blanco). Algunos estudios mencionan que los consumidores se inclinan por colores más brillantes ya que lo asocian con frescura y viveza (Sánchez y Albarracín 2010; Rettig y Ah-Hen 2014). En la investigación de Deliza et al. (2002) y Reis de Carvalho et al. (2017) se observó que los consumidores tienen una aceptación positiva a valores entre 43 a 48 en carne, sin embargo, al hacer comparación entre productos cárnicos cocidos, los panelistas no notan la diferencia.

Se presentó diferencia significativa entre tratamientos a partir de un 10% de sustitución, mostrando mayor luminosidad en las muestras con mayor porcentaje de soya (Cuadro 3). Esto se debe al tono más claro de la soya, lo cual concuerda con resultados de otras investigaciones en las que utilizaron proteína de soya texturizada como extensor de productos cárnicos. En los estudios de Reis de Carvalho et al. (2017) y Deliza et al. (2002) se obtuvieron diferencias significativas en el parámetro de luminosidad en tortas de hamburguesa con soya texturizada, en el cual se mostraron valores muy similares y también presentaron un tono más pálido al incrementar el porcentaje de extensor.

### Cuadro 3

*Promedios y desviación estándar del valor L.*

Tratamientos	Color Valor L
	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>
T1 - 0%	44.11 $\pm$ 1.24 <sup>d</sup>
T2 - 5%	44.65 $\pm$ 1.56 <sup>d</sup>
T3 - 10%	47.95 $\pm$ 1.67 <sup>c</sup>
T4 - 15%	49.12 $\pm$ 0.96 <sup>b</sup>
T5 - 20%	51.65 $\pm$ 1.52 <sup>a</sup>
CV (%)	2.96

*Nota.* DE<sup>a</sup>: Desviación Estándar. CV: Coeficiente de Variación.

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

### Escala a

Se encontró diferencia significativa para la escala  $a$  con respecto al tratamiento control. Esta variable evalúa tonalidades de verde a rojo (-60 a +60). Alvis et al. (2017) mencionan que el contenido de mioglobina es el responsable en 90% del color rojo de la carne bovina y que los consumidores tienen una aceptación positiva para valores de 20. Esto explica que, al sustituir el porcentaje de carne en la formulación y agregar soya texturizada, baja la tonalidad rojiza (Cuadro 4). También se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos con soya, si se agrega de 5 al 20%. Se observó la misma tendencia en el estudio de Grasso et al. (2019), en el cual evaluaron la adición de soya texturizada en albóndigas de res en el cual la escala  $a$  no fue afectada entre los tratamientos con soya incluso agregando 30% pero si mostraban diferencias con el control.

### Cuadro 4

*Promedios y desviación estándar del valor a.*

Tratamientos	Color Valor a
	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>
T1 - 0%	9.79 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>
T2 - 5%	7.27 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>
T3 - 10%	7.20 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>
T4 - 15%	7.40 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>
T5 - 20%	7.24 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>
CV (%)	2.11

Nota. DE<sup>a</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

### Escala b

Se presentó diferencia significativa entre tratamientos en la escala  $b$  (Cuadro 5). Grasso et al. (2019) en su estudio de albóndigas de res con soya texturizada y Pietrasik y Duda (2000) en su investigación del uso de proteína de soya en salchichas reportan cambios en el valor  $b$ , también mostrando que el consumidor tiene una aceptación positiva a valores de 13.6. Según Hidayat et al.

(2017), el color amarillento es directamente proporcional al contenido de proteína de soya texturizada. No obstante, el incremento en este valor se observa únicamente al sustituir 15 y 20%, y se observa que disminuye al sustituir 5 y 10%. Datos similares presenta Deliza et al. (2002), en el cual se observó un decremento en la primera sustitución y un aumento únicamente al sustituir 20% de carne por proteína de soya texturizada.

## Cuadro 5

*Promedios y desviación estándar del valor b.*

Tratamientos	Color Valor b
	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>
T1 - 0%	14.20 $\pm$ 0.22 <sup>b</sup>
T2 - 5%	11.88 $\pm$ 0.18 <sup>d</sup>
T3 - 10%	13.31 $\pm$ 0.31 <sup>c</sup>
T4 - 15%	15.91 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>
T5 - 20%	15.59 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>
CV (%)	2.34

Nota. DE<sup>a</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

## Análisis Proximal

### **Humedad**

La humedad es un parámetro importante en los productos cárnicos ya que aportan jugosidad, la cual es muy valorada por el consumidor. Solórzano Vera (2016), menciona que al combinar la proteína vegetal texturizada con la carne bovina se pretende ligar humedad, retener la jugosidad y mantener la integridad textural en sistemas cárnicos molidos.

En el presente estudio se encontró diferencia significativa entre el tratamiento cinco y los tratamientos uno y dos, mostrando mayor humedad con 20% de proteína de soya (Cuadro 6). Esto concuerda con resultado de García et al. (2009) en el que elaboraron carne para hamburguesas con harina de soya texturizada y con los resultados de Solórzano Vera (2016) donde evaluó la sustitución

de carne de bovino por proteína texturizada de soya en un sistema cárnico tipo pastel. También es de considerar que a medida se baja el contenido de grasa aumenta el contenido de humedad (Rivera Ruiz 2012).

### Cuadro 6

*Promedios y desviación estándar del porcentaje de humedad de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada.*

Tratamientos	Porcentaje de humedad
	Media $\pm$ DE <sup>o</sup>
T1 - 0%	66.65 $\pm$ 0.87 <sup>c</sup>
T2 - 5%	67.13 $\pm$ 1.28 <sup>c</sup>
T3 - 10%	69.37 $\pm$ 1.43 <sup>bc</sup>
T4 - 15%	71.82 $\pm$ 0.46 <sup>ab</sup>
T5 - 20%	74.28 $\pm$ 1.02 <sup>a</sup>
CV (%)	1.69

Nota. DE<sup>o</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

### Cenizas

Las cenizas de un alimento se definen como el residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica, es decir que dentro de ellas se encuentran los minerales (Rea-Paez 2017). La Tabla de Composición de Alimentos Industrializados establece un 6.6% de cenizas en soya texturizada seca (Bajerano et al. 2002).

Solórzano Vera (2016), no encontró diferencias significativas en cenizas al evaluar la sustitución de carne por soya texturizada. Por otro lado, Kassem y Emara (2010), reportan un incremento en el porcentaje de cenizas al agregar soya texturizada a tortas de hamburguesas. Sin embargo, en este estudio se observa que el porcentaje de cenizas cambia con respecto al control y al aumentar el porcentaje de extensor se reduce el porcentaje de cenizas (Cuadro 7). Datos similares se obtuvieron en el estudio de Toledo (2012), en el que se agregó soya texturizada en un chorizo tipo

español. Por tanto, es posible que esta variable cambie debido a las características fisicoquímicas de la materia prima.

### Cuadro 7

*Promedios y desviación estándar del porcentaje de cenizas de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada.*

Tratamientos	Porcentaje de cenizas
	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>
T1 - 0%	4.23 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>
T2 - 5%	3.70 $\pm$ 0.05 <sup>ab</sup>
T3 - 10%	3.46 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>
T4 - 15%	3.43 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>
T5 - 20%	3.57 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>
CV (%)	1.29

Nota. DE<sup>a</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

### Proteína

La proteína es considerada el constituyente más importante de la carne y es necesario conocerlo para satisfacer las necesidades nutricionales del consumidor (Lobo 2016). Las leguminosas y cereales han surgido como una alternativa para reducir costos en la industria cárnica y al mismo tiempo aportar valiosos nutrientes al producto (Pintado T 2020).

Los resultados mostraron diferencia significativa entre tratamientos, mostrando que a medida incrementa el contenido de soya texturizada disminuye el contenido de proteína (Cuadro 8). Sin embargo, no concuerda con otros estudios donde al incrementar el porcentaje de soya también incrementó el porcentaje de proteína. Urbina Rosero (2007), reporta que el uso de soya texturizada en carne de pollo para hamburguesa incrementa el porcentaje de proteína. Se infiere que la diferencia entre estudios puede deberse a la calidad de la proteína de soya texturizada utilizada. De Luna Jiménez (2006) menciona que la aplicación de calor en los productos de soya es un factor determinante en la



reducción de la solubilidad de la proteína y pérdida de aminoácidos. Por tanto, es posible que la soya texturizada utilizada en este estudio no haya recibido la combinación óptima de temperatura, humedad y tiempo.

### Cuadro 8

*Promedios y desviación estándar del porcentaje de proteína de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada.*

Tratamientos	Porcentaje de proteína
	Media $\pm$ DE <sup>o</sup>
T1 - 0%	19.65 $\pm$ 0.78 <sup>a</sup>
T2 - 5%	18.15 $\pm$ 0.31 <sup>ab</sup>
T3 - 10%	17.42 $\pm$ 0.29 <sup>bc</sup>
T4 - 15%	16.76 $\pm$ 0.26 <sup>cd</sup>
T5 - 20%	15.85 $\pm$ 0.23 <sup>d</sup>
CV (%)	2.20

Nota. DE<sup>o</sup>: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de Variación

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

### Grasa

La grasa es uno de los factores que influye en la percepción de sabor después de la masticación y que, al ser reducido dentro de una formulación tradicional de un producto cárnico, muchas veces causa el rechazo del producto por parte del consumidor (Kumar 2019). La carne molida puede llegar a presentar hasta un 20-30% de grasa y la soya texturizada <1% (USDA 2014; Ponce Lopez y Chuco Arellano 2018; Vega Montaña 2020). El bajo porcentaje de grasa en la soya se debe a que se utiliza harina de soya desgrasada para su transformación (Riaz 2004).

Grasso et al. (2019), reporta que en intervalos de sustitución de 15% de proteína de soya texturizada encontró una disminución en el porcentaje de grasa. Asimismo, Omwamba et al. (2014), revelan una reducción en los niveles de grasa al agregar proteína de soya texturizada en Samosas de carne. En el Cuadro 9 se detalla la reducción de grasa tomando en cuenta el porcentaje de grasa que

se puede encontrar en cada materia prima, asumiendo que la soya texturizada tiene 1% de grasa en base seca.

### **Cuadro 9**

*Porcentaje de grasa de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada.*

Tratamiento	Grasa en carne (%)	Grasa de soya hidratada (%)	Grasa final (%)
T1 - 0%	33.47	0.00	33.47
T2 - 5%	32.37	0.01	32.28
T3 - 10%	28.27	0.03	28.30
T4 - 15%	22.97	0.04	23.01
T5 - 20%	16.77	0.05	16.82

*Nota:* Se asumió un 1% de grasa en la soya texturizada según la literatura consultada.

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

### **Fibra Cruda**

La fibra cruda es conocida como la parte no soluble de los carbohidratos constituida básicamente de celulosa, la cual es indicadora de la calidad de los alimentos (Thili 2016). Si bien la fibra no tiene un valor nutritivo apreciable, cumple la función de aumentar el volumen de materias nutritivas en el tracto intestinal y estimula el peristaltismo intestinal (García Martínez y Gomez Hernandez 2013). Esta se encuentra ausente en la carne, por tanto, agregar fibra es una manera de mejorar el perfil nutricional de este alimento (INCAP y OPS 2012).

Los resultados reflejan que existe diferencia significativa mostrando un leve incremento en el porcentaje de fibra al aumentar la cantidad de soya, lo cual concuerda con el estudio de Alarcon Lombeyda (2004) quien reportó un incremento en fibra cruda al comparar un chorizo con base en soya y un chorizo de carne (Cuadro 10). Esto se justifica ya que estudios han mostrado un contenido de fibra de apenas 0.12 - 0.82% en carne bovina y de 3.5% en soya texturizada (Riaz 2001; Abdelmageed et al. 2014; Raza et al. 2015).

**Cuadro 10**

*Promedios y desviación estándar del porcentaje de fibra cruda de los tratamientos de carne molida condimentada con sustitución de carne de res por proteína de soya hidratada.*

Tratamientos	Porcentaje de fibra cruda
	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>
T1 - 0%	0.87 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>
T2 - 5%	1.21 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>
T3 - 10%	2.45 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>
T4 - 15%	2.41 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
T5 - 20%	2.09 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>
CV (%)	9.18

Nota. DE<sup>a</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%=

Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

**Análisis Microbiológico****Coliformes Totales**

Para el conteo microbiológico se incluyó *Escherichia coli* dentro del grupo de coliformes totales. Los resultados presentaron un conteo  $<10$  UFC/g. Esto indica que están dentro del límite establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano para productos cárnicos que exige un límite máximo de 10 UFC/g (RTCA 2009).

**Bacterias Mesófilas Aerobias**

Las bacterias mesófilas aerobias son aquellas que se desarrollan a temperaturas alrededor de 30 °C y que permiten conocer el grado de contaminación de una muestra (Ramirez Cruz 2017). Las “Normas microbiológicas de los alimentos y asimilados” establecen un límite de 100,000 UFC/g en carnes rojas crudas (Moragas Encuentra 2010). No se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 11), por tanto, se concluye que los tratamientos se conservaron dentro del límite y la soya texturizada no tuvo efecto microbiológico en la carne molida condimentada.

## Cuadro 11

*Resultados de conteo de bacterias mesófilas aerobias.*

Tratamientos	BMA Log <sub>10</sub> (UFC/g) <sup>NS</sup>
	Media ± DE <sup>o</sup>
T1 - 0%	2.55 ± 0.12
T2 - 5%	2.52 ± 0.10
T3 - 10%	2.31 ± 0.15
T4 - 15%	2.41 ± 0.13
T5 - 20%	2.60 ± 0.14
CV (%)	5.33

Nota. BMA= Bacterias Mesófilas Aerobias

CT= Coliformes Totales

DE= Desviación Estándar

NS= No Significativo entre tratamientos (P > 0.05)

CV=Coeficiente de Variación

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%= Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

## Análisis Sensorial

### **Color, Apariencia y Aroma**

Schnettler B et al. (2010) mencionan que el color es el primer atributo que se percibe e influye en la decisión de compra. Se considera que el 36% de las compras de carne no son planeadas sino un impulso de compra debido a la apariencia atractiva (Horacada y Polvillo 2010). Los atributos de color y apariencia no presentaron diferencias significativas (P > 0.05) entre tratamientos (Cuadro 12). En promedio se evaluaron los tratamientos con siete puntos, es decir, “me gusta moderadamente”. Los resultados coinciden con el estudio de Grasso et al. (2019) donde no se encontró diferencia sensorial en el atributo de color incluso al agregar un 30% de soya a carne molida.

Asimismo, se observa que no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para el atributo de aroma el cual también fue evaluado con 7 puntos que significa “me gusta moderadamente”. Se puede deducir que la sustitución de carne de res por proteína texturizada de soya no afecta en estos atributos y es bien aceptado por el consumidor.

**Cuadro 12**

*Promedios y desviación estándar del atributo de color, apariencia y aroma del análisis sensorial.*

Tratamientos	Atributo de color $\Theta$ Media $\pm$ DE <sup>o</sup> NS	Atributo de apariencia $\Theta$ Media $\pm$ DE <sup>o</sup> NS	Atributo de aroma $\Theta$ Media $\pm$ DE <sup>o</sup> NS
T1 - 0%	7.13 $\pm$ 1.45	7.04 $\pm$ 1.46	6.88 $\pm$ 1.55
T2 - 5%	6.94 $\pm$ 1.43	6.72 $\pm$ 1.43	7.01 $\pm$ 1.42
T3 - 10%	6.69 $\pm$ 1.35	6.91 $\pm$ 1.36	6.77 $\pm$ 1.45
T4 - 15%	7.28 $\pm$ 1.32	7.22 $\pm$ 1.31	7.00 $\pm$ 1.38
T5 - 20%	6.84 $\pm$ 1.37	6.97 $\pm$ 1.35	6.90 $\pm$ 1.42
CV (%)	19.81	19.81	20.92

Nota. DE<sup>o</sup>: Desviación Estándar.

NS= No Significativo entre tratamientos (P > 0.05)

CV: Coeficiente de Variación.

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%= Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

$\Theta$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 8: "Me gusta mucho", 7: "Me gusta moderadamente", 6: "Me gusta levemente"; 5: "No me gusta ni me disgusta", 4: "Me disgusta levemente", 3: "Me disgusta moderadamente", 2: "Me disgusta mucho" y 1: "Me disgusta extremadamente".

**Jugosidad y Textura**

Según la FAO (2014), la jugosidad depende de los lípidos y el agua retenida por el producto cárnico ya cocinado lo cual estimula la salivación. En este caso se mostraron diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento cinco con 20% de soya (Cuadro 13). Esto puede ocurrir debido a la capacidad de la soya para retener humedad, que puede ser hasta una relación agua-soya 3:1.

En el atributo de textura se muestra una diferencia significativa, siendo el tratamiento cuatro con 15% de soya texturizada el que obtuvo mejor puntaje y diferencia con el tratamiento control. Es posible que la soya texturizada mejore la textura al ser más suave que la carne. Zepeda Bastida et al. (2018) evaluaron la adición de soya texturizada en un chorizo, el cual también obtuvo mejor puntaje al aumentar el contenido de extensor.

### Cuadro 13

*Promedios y desviación estándar del atributo de jugosidad y textura del análisis sensorial.*

Tratamientos	Atributo de jugosidad $\Theta$	Atributo de textura $\Theta$
	Media $\pm$ DE <sup>o</sup>	Media $\pm$ DE <sup>o</sup>
T1 - 0%	6.78 $\pm$ 1.55 <sup>b</sup>	6.89 $\pm$ 1.64 <sup>b</sup>
T2 - 5%	7.11 $\pm$ 1.48 <sup>ab</sup>	6.97 $\pm$ 1.53 <sup>b</sup>
T3 - 10%	7.18 $\pm$ 1.38 <sup>ab</sup>	7.11 $\pm$ 1.61 <sup>ab</sup>
T4 - 15%	7.27 $\pm$ 1.63 <sup>ab</sup>	7.62 $\pm$ 1.38 <sup>a</sup>
T5 - 20%	7.38 $\pm$ 1.48 <sup>a</sup>	7.07 $\pm$ 1.49 <sup>ab</sup>
CV (%)	20.59	20.81

Nota. DE<sup>o</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación.

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta en cada columna presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%= Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

$\Theta$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 8: "Me gusta mucho", 7: "Me gusta moderadamente", 6: "Me gusta levemente"; 5: "No me gusta ni me disgusta", 4: "Me disgusta levemente", 3: "Me disgusta moderadamente", 2: "Me disgusta mucho" y 1: "Me disgusta extremadamente".

### **Sabor y Aceptación General**

El atributo de sabor y la aceptación general de la carne molida condimentada mostró diferencia significativa entre tratamientos. El sabor es un atributo muy ligado con la cantidad de grasa que presenta el producto cárnico, siendo directamente proporcionales (Kumar 2019). Se considera que la grasa mejora el perfil cárnico, estimulando la salivación, aportando jugosidad y mejorando la aceptación. El sabor se desarrolla con el aroma, y cuando los lípidos sufren una degradación oxidativa, se liberan compuestos volátiles que son atractivos para el consumidor (Martínez 2016).

Sin embargo, el Cuadro 14 muestra que el tratamiento cuatro con 15% de sustitución obtuvo la mejor puntuación. Es decir, la sustitución de carne por proteína de soya texturizada y la reducción de grasa fue aceptada por los panelistas. Esto ocurrió posiblemente porque la soya tiene una gran capacidad de retener humedad, aportando jugosidad y favoreciendo la aceptación de la carne molida condimentada.

**Cuadro 14**

*Promedios y desviación estándar del atributo de sabor y aceptación general del análisis sensorial.*

Tratamientos	Atributo de sabor $\Theta$ Media $\pm$ DE <sup>o</sup>	Aceptación general $\Theta$ Media $\pm$ DE <sup>o</sup>
T1 - 0%	7.26 $\pm$ 1.52 <sup>ab</sup>	7.12 $\pm$ 1.37 <sup>b</sup>
T2 - 5%	7.42 $\pm$ 1.42 <sup>ab</sup>	7.22 $\pm$ 1.11 <sup>b</sup>
T3 - 10%	7.45 $\pm$ 1.27 <sup>ab</sup>	7.13 $\pm$ 1.21 <sup>b</sup>
T4 - 15%	7.64 $\pm$ 1.47 <sup>a</sup>	7.72 $\pm$ 1.18 <sup>a</sup>
T5 - 20%	7.04 $\pm$ 1.79 <sup>b</sup>	7.11 $\pm$ 1.39 <sup>b</sup>
CV (%)	19.84	17.18

Nota. DE<sup>o</sup>: Desviación Estándar.

CV: Coeficiente de Variación.

<sup>a-b</sup>: Medias con letra distinta en cada columna presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

T1-0%= Tratamiento 1 con 0% de soya, T2-05%= Tratamiento 2 con 5% de soya, T3-10%= Tratamiento 3 con 10% de soya, T4-15%= Tratamiento 4 con 15% de soya, T5-20%= Tratamiento 5 con 20% de soya.

$\Theta$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 8: "Me gusta mucho", 7: "Me gusta moderadamente", 6: "Me gusta levemente"; 5: "No me gusta ni me disgusta", 4: "Me disgusta levemente", 3: "Me disgusta moderadamente", 2: "Me disgusta mucho" y 1: "Me disgusta extremadamente".

**Análisis de Correlación**

En el Cuadro 15 se observa una correlación positiva por tratamiento de cada atributo con la aceptación general ( $P < 0.0001$ ). Esto permite deducir que todos los atributos contribuyen a la determinación de la aceptación general del producto. Algunos atributos se diferencian por tener una correlación alta ( $> 0.70$ ), media (0.50-0.69) y baja ( $< 0.49$ ). El tratamiento control muestra una correlación alta para todos los atributos a excepción del aroma. Esto quiere decir que los atributos con correlación alta positiva influyen significativamente en la aceptación general de la carne molida condimentada, mientras que el aroma, a pesar de contribuir en la aceptación, tiene menos influencia que los demás.

También se observa que el sabor es el atributo que muestra una correlación alta en todos los tratamientos. De manera general, la jugosidad, la textura y el sabor son los atributos que más influyeron en la aceptación general.

**Cuadro 15**

*Resultados del análisis de correlación por tratamiento de cada atributo con la aceptación general.*

Tratamiento	Correlación					
	Color	Apariencia	Aroma	Jugosidad	Textura	Sabor
Control	0.75	0.72	0.66	0.77	0.76	0.84
	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
5%	0.60	0.61	0.60	0.68	0.67	0.80
	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
10%	0.63	0.66	0.62	0.76	0.73	0.78
	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
15%	0.58	0.55	0.50	0.66	0.74	0.78
	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
20%	0.58	0.59	0.66	0.70	0.68	0.88
	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

**Conclusiones**

La adición de soya texturizada hidratada en carne molida condimentada permite la reducción del contenido de carne de res y contenido graso y aumenta el contenido de fibra.

La sustitución de carne de res por proteína de soya texturizada hidratada mantiene los parámetros microbiológicos en la carne molida condimentada. Sin embargo, reduce el contenido de proteína y cenizas.

La sustitución de carne de res por soya texturizada hidratada mejora la aceptación sensorial de jugosidad. Y solo en el 15% de sustitución se mejora la textura y aceptación general en relación con la carne molida condimentada sin sustitución.





### **Recomendaciones**

Se recomienda hacer un análisis proximal a la soya texturizada y a la carne antes de ser incorporada a la formulación para verificar los niveles de proteína, fibra, grasa y humedad.

Realizar un análisis de rendimiento de cocción al tratamiento control y al tratamiento preferido por los panelistas.

Continuar estudios con el tratamiento de 20% para mejorar el perfil de sabor.

## Referencias

- Abdelmageed ME, Sulieman AM, Albdalla HO, Salih GE. 2014. Effects of incorporating chicken's gizzards and abdominal fat in the quality of burger meat product. *Journal of Microbiology Research*. 4(2):68–71. doi:10.5923/j.microbiology.20140402.04.
- Alarcon Lombeyda CA. 2004. Desarrollo de un prototipo de chorizo con base en soya tipo embutido en la Escuela Agrícola Panamericana [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 53 p.
- Alvis A, Romero P, Granados C, Torrenegra M, Pájaro N. 2017. Evaluación del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada con carne de babilla (*Caiman crocodilus fuscus*). *Rev. chil. nutr.* 44(1):89–94. doi:10.4067/S0717-75182017000100012.
- Bajerano E, Bravo M, Huamán M, Huapaya C, Roca A, Rojas E. 2002. Tabla de composición de alimentos industrializados. Lima (Perú): Ministerio de Salud de Perú. 56 p. ISBN: 9972-857-32-8.
- Banco Mundial. 2021. Honduras: panorama general. Honduras: Banco Mundial; [actualizado el 28 de may. de 2021; consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://www.bancomundial.org/es/country/honduras/overview>.
- Cameroni G. 2012. Cadena del ajo: Cadenas alimentarias. Argentina: Ministerio de agricultura, ganadería y pesca de la nación. 21 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bit.ly/3IWGx58>.
- CATIE. 2016. Estudio de mercado para carne y leche de sistemas sostenibles. Honduras; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bit.ly/3xJAp21>.
- de Luna Jiménez A. 2006. Valor nutritivo de la proteína de soya. *Investigación y ciencia*; [consultado el 11 de jun. de 2021]. 14(36):29–34. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67403606.pdf>.
- Del Greco NI. 2010. Estudio sobre tendencias de consumo de alimentos. Perú. 53 p; [consultado el 17 de jun. de 2021]. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2603.pdf>.
- Deliza R, Serna Saldivar SO, Germani R, Benassi VT, Cabral LC. 2002. The effects of colored textured soybean protein (TSP) on sensory and physical attributes of ground beef patties. *J Sensory Studies*. 17(2):121–132. doi:10.1111/j.1745-459X.2002.tb00337.x.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Calidad de la carne. Producción y sanidad animal. Roma: FAO; [actualizado el 25 de nov. de 2014; consultado el 14 de jul. de 2021]. [http://www.fao.org/ag/AGInfo/themes/es/meat/quality\\_meat.html](http://www.fao.org/ag/AGInfo/themes/es/meat/quality_meat.html).
- [FAO] Organización para las Naciones Unidas y la Agricultura, [FIDA] Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, [OMS] Organización Mundial de la Salud, [PMA] Programa Mundial de Alimentos, [UNICEF] Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. 2019. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Roma: FAO. ISBN: 978-92-5-131600-9.

- [FDA] Food and Drug Administration. 2018. Carne de res, pollo, pescados y mariscos de Seguridad alimentaria para futuras mamás. USA: FDA; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bit.ly/2VM7hdL>.
- García O, Acevedo I, Mora J, Sánchez A, Rodríguez H. 2009. Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con harina de soya texturizada. *Revista UDO Agrícola*; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 9(4):951–962. 1317-9152. <https://bit.ly/3xEf8Hk>.
- García Martínez HE, Gomez Hernandez JA. 2013. Propuesta para el consumo de Glycine max (soya), cultivado en la comunidad Nueva Esperanza, Jiquilisco Usulután y tres alimentos derivados [Tesis]. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador. 144 p; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5141>.
- Garzon Vallejo JF. 2018. Uso del ajo y/o sus compuestos activos como agente antimicrobiano en la industria de alimentos [Tesis]. Facatativá (Colombia): Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. 59 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21491/81754429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Grasso S, Smith G, Oluseyi MA, Swainson M. 2019. Effect of texturized soy protein and yeast on the instrumental and sensory quality of hybrid beef meatballs. *J Food Sci Technol*. 56(6):3126–3135. eng. doi:10.1007/s13197-018-3552-9.
- Guemes Vera N. 2007. Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. *Nacameh*; [consultado el 14 de jul. de 2021]. 1(2):110–117. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/3000/>.
- Hernandez Fernández M, Plasencia Concepción D, Martín González I. 2008. Temas de nutrición: Dietoterapia. La Habana (Cuba): Editorial Ciencias Médicas. ISBN: 978-959-212-384-7; [consultado el 11 de jun. de 2021]. <https://www.paho.org/cub/dmdocuments/dietoterapia.pdf>.
- Hidayat BT, Wea A, Andriati N. 2017. Physicochemical, sensory attributes and protein profile by SDS-PAGE of beef sausage substituted with texturized vegetable protein. *Food Res*. 2(1):20–31. doi:10.26656/fr.2017.2(1).106.
- Horacada A, Polvillo O. 2010. La producción de carne en Andalucía. Sevilla (España): Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. 28 p. ISBN: 978-84-8474-287-6.
- [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2015. Caracterización del valor nutricional de alimentos. Montevideo, Uruguay: Rosanna Leggiadro. ISBN: 978-92-9248-572-6.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, [OPS] Organización Panamericana de la Salud. 2012. Tabla composición de alimentos de Centroamérica. Edición 2. Guatemala: INCAP/OPS. 137 p. ISBN: 99922-880-2-7.
- Index Mundi. [consultado el 14 de jul. de 2021]. Carne precio mensual. USA: USDA Market News. <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=carne>.

- Kumar Y. 2019. Development of low-fat/reduced-fat processed meat products using fat replacers and analogues. *Food Reviews International*. 37(3):296–312. doi:10.1080/87559129.2019.1704001.
- Lobo PJ. 2016. Evaluación de heno de pasto estrella (*Cynodon nfluensis*) amoniado como sustituto de fuente proteica en la formulación de alimento concentrado para vacas de producción media. [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 38 p; [consultado el 11 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5771/1/AGI-2016-T026.pdf>.
- Martínez JC. 2016. Aroma y sabor de la carne. Granada (España): Todocarne; [consultado el 14 de jun. de 2021]. <https://todocarne.es/aroma-y-sabor-de-la-carne/>.
- Moragas Encuentra M. 2010. Recopilación de normas microbiológicas de loa alimentos y asimilados (superficies, aguas diferentes de consumo, subproductos) y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. Bilbao; [consultado el 22 de jun. de 2021]. <https://bit.ly/3s7Uazr>.
- Pietrasik Z, Duda Z. 2000. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*. 56(2):181–188. doi:10.1016/S0309-1740(00)00038-3.
- Pintado T DG. 2020. Productos cárnicos más sostenibles a través de la sustitución parcial de la carne. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico*; [consultado el 14 de jul. de 2021]. 26–34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7667198>.
- Ponce Lopez JJ, Chuco Arellano JA. 2018. Formulación y elaboración de chorizo de soya texturizada enriquecido de tarwi [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú. 82 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bit.ly/2XfZZ2d>.
- Ramírez Cruz KA. 2017. Determinación de mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), producido en tres municipios del estado de México [Tesis]. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México. 67 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://docplayer.es/96542446-Universidad-autonoma-del-estado-de-mexico-facultad-de-ciencias-agricolas.html>.
- Raza A, Issa Khan M, Asim Shabbir M, Suleria H. 2015. Effect of thermal treatments on the formation of heterocyclic aromatic Amines in Various Meats. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39(4):376–383. doi:10.1111/jfpp.12242.
- Rea-Paez H. 2017. Manual de prácticas de la unidad de aprendizaje de bromatología. Primera Edición. Tepic, Nayarit. México.: ECORFAN. 45 p. ISBN: 978-607-8534-12-8.
- Reis de Carvalho G, Goss Milani TM, Rocha Trinca NR, Nagai LY, da Silva Barreto AC. 2017. Textured soy protein, collagen and maltodextrin as extenders to improve the physicochemical and sensory properties of beef burger. *Food Sci. Technol*. 37(1):10–16. doi:10.1590/1678-457x.31916.
- Rettig MK, Ah-Hen K. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agrosur*. 42(2):57–66. doi:10.4206/agrosur.2014.v42n2-07.

- Riaz MN. 2001. Texturized vegetable protein and its uses. Research Gate; [consultado el 14 de jul. de 2021]. (2):395–418. <https://www.researchgate.net/publication/265996879>.
- Riaz MN. 2004. Texturized soy protein as an ingredient. USA: Texas A & M University. 42 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. [https://www.researchgate.net/publication/279429663\\_Texturized\\_soy\\_protein\\_as\\_an\\_ingredient](https://www.researchgate.net/publication/279429663_Texturized_soy_protein_as_an_ingredient).
- Ridner E. 2006. Soja: propiedades nutricionales y su impacto en la salud.: Sociedad Argentina de Nutrición. Argentina: Grupo Q S.A.:Sociedad Argentina de Nutrición. ISBN: 987-23125-0-8; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AR2007000257>.
- Rivera Ruiz IN. 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. Nacameh. 6(1):1–14.
- Rodríguez Rodríguez MM. 2015. Estudio de factibilidad financiera para la comercialización de cortes de carne de cerdo en la provincia de Santa Elena [Tesis]. La Libertad (Ecuador): Universidad Estatal Península de Santa Elena; [consultado el 14 de jun. de 2021]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2254/1/UPSE-TAA-2015-005.pdf>.
- RTCA RTC. 2009. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. Centroamérica: Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana. 36 p. RTCA 67.04.50:08; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bit.ly/3iAgONE>.
- Sánchez IC, Albarracín W. 2010. Análisis sensorial en carne. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias; [consultado el 14 de jul. de 2021]. 23(2):227–239. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023450012>.
- Schnettler B, Ciesla M, Llancaján F, Sepúlveda J, Denegri M, Miranda H, Sepúlveda N. 2010. Importancia del color, contenido de grasa y frescura en la compra de la carne bovina en Temuco, Región de La Araucanía, Chile. Revista Científica de Veterinaria; [consultado el 14 de jul. de 2021]. 20(6):623–632. <https://www.researchgate.net/publication/235726312>.
- Solórzano Vera WJ. 2016. Sustitución de la carne de bovino por proteína vegetal texturizada de soya en un sistema cárnico tipo pastel mexicano [Tesis]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH. 82 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://1library.co/document/y62rk6oz-sustitucion-bovino-proteina-vegetal-texturizada-sistema-carnico-mexicano.html>.
- Thili. 2016. Difference between dietary fiber and crude fiber. USA: Difference Between. <https://www.differencebetween.com/difference-between-dietary-fiber-and-vs-crude-fiber/>.
- Toledo VM ZAL, editor. 2012. Elaboración de un chorizo tipo español enriquecido con soya "choroya". Mexico: [sin editorial]. 1067 p.
- [UNICEF] United Nations International Children's Emergency Fund. 2020. Nuevo informe de Naciones Unidas desnuda la desigualdad en la distribución geográfica de la malnutrición en América Latina

y el Caribe. USA: UNICEF. <https://www.unicef.org/lac/comunicados-prensa/informe-de-naciones-unidas-desnuda-la-malnutricion-en-alc>.

Urbina Rosero DL. 2007. Efecto de la proteína de soya texturizada de soya (Maxten R 100) y polifosfato (Carfosel900), en carne de pollo para hamburguesas [Tesis]. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte. 190 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/755>.

[USDA] United States Department of Agriculture. 2014. Institutional Meat Purchase Specifications: Fresh beef series 100. USA: USDA. 71 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. [https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/IMPS\\_100\\_Fresh\\_Beef%5B1%5D.pdf](https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/IMPS_100_Fresh_Beef%5B1%5D.pdf).

Vega Montaña NP. 2020. Propiedades químicas, físicas y tecnofuncionales de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) para uso como extensor en productos cárnicos frescos picados [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 26 p; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6943/1/AGI-2020-T049.pdf>.

Zepeda Bastida A, Ayala Martínez M, Alfaro Rodríguez RH, Guemes VN, Soto Simental S. 2018. Análisis sensorial y perfil de textura de chorizo utilizando mezclas de carne de conejo y proteína de soya texturizada [Tesis]. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 14 p.

## Anexos

### Anexo A

#### *Costos directos de materia prima por libra*

Ingredientes	Precio	Control	TRT2	TRT3	TRT4	TRT5
Corte de res industrial (10% de grasa)	68,20	10,03	7,98	12,75	20,26	29,80
Corte de res industrial (40% de grasa)	27,71	22,17	21,61	18,29	13,86	8,59
Agua para extensor	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Proteína de soya texturizada (extensor)	54,00	0,00	0,68	1,35	2,03	2,70
Especias	55,00	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05
Sal yodada	3,34	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Total (lempiras)</b>		<b>38,31</b>	<b>36,39</b>	<b>38,51</b>	<b>42,26</b>	<b>47,22</b>
<b>Total (USD)</b>		<b>1,57</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>1,73</b>	<b>1,94</b>



## Anexo B

*Boleta de evaluación sensorial para carne molida condimentada***EVALUACIÓN SENSORIAL DE CARNE ACHORIZADA**

Frente a usted se presentan cinco muestras de carne achORIZADA. Por favor, observe y pruebe cada una de ella yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra. Antes y después de probar cada muestra tome agua para limpiar el paladar.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Código de la muestra	Clasificación por atributo						
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Jugosidad	Sabor	Aceptación general
367							

Código de la muestra	Clasificación por atributo						
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Jugosidad	Sabor	Aceptación general
853							

Código de la muestra	Clasificación por atributo						
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Jugosidad	Sabor	Aceptación general
419							

Código de la muestra	Clasificación por atributo						
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Jugosidad	Sabor	Aceptación general
725							

Código de la muestra	Clasificación por atributo						
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Jugosidad	Sabor	Aceptación general
526							

Comentarios:

---



---