

**Uso de fibra y concentrado proteico de soya  
(*Glycine max*) y almidón de papa (*Solanum  
tuberosum*) como ingredientes funcionales en  
un chorizo fresco**

**Pierre Marie Joseph Ouddane Robles**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Uso de fibra y concentrado proteico de soya  
(*Glycine max*) y almidón de papa (*Solanum  
tuberosum*) como ingredientes funcionales en  
un chorizo fresco**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Pierre Marie Joseph Ouddane Robles**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2017

## Uso de fibra y concentrado proteico de soya y almidón de papa como ingredientes funcionales en un chorizo fresco

Pierre Marie Joseph Ouddane

**Resumen.** El chorizo Campeño es el segundo producto mejor vendido de la Planta de Cárnicos de Zamorano. Presenta problemas técnicos durante su comercialización, purga agua y pierde color, también presenta bajo rendimiento de cocción. La formulación original tiene un alto porcentaje de carne (87.34%). Se ha identificado que la reducción de carne y adición de ingredientes funcionales podría eliminar estos problemas. El objetivo de este estudio fue elaborar formulaciones de chorizo Campeño con menos carne y tres ingredientes funcionales: fibra de soya (FS), concentrado de proteína de soya (CPS) y almidón de papa (AP), con el fin de determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de estas variaciones. Se elaboraron cuatro tratamientos; la formulación original (CTRL), el primer tratamiento con reducción de carne, el segundo tratamiento con 1.75% de (FS) Superb™ y 1.75% de (CPS) Arcon® ST y el tercer tratamiento con 3.5% de (AP) Superior®. La adición de FS y CPS redujo la purga, no influyó en los parámetros microbiológicos, presentó mayor fuerza de compresión y una menor aceptación. La adición de AP aumentó la purga, no influyó en los parámetros microbiológicos y disminuyó la fuerza de compresión del chorizo. La reducción de carne y adición de los ingredientes funcionales mejoró los problemas técnicos, los chorizos presentaron un leve descenso en la aceptación sensorial en relación a la formulación original. Se recomienda continuar estudios para mejorar las características sensoriales del producto.

**Palabras clave:** Aceptación, características sensoriales, purga, rendimiento, textura.

**Abstract.** Chorizo Campeño is Zamorano's meat-processing plant second best seller, it presents technical issues due to its drip loss and color loss during its marketing, and also shows low cooking performance. Additionally, the original formulation has a high percentage of meat (87.34%). It has been identified that meat reduction and functional ingredient addition could solve these issues. The objective was to elaborate different formulations with reduced meat and three different functional ingredients: Soy fiber (SF), soy protein concentrate (CPS) and potato starch (PS) to determine their physical, chemical, microbiological and sensorial characteristics. Four treatments were formulated. The original formulation (CTRL), the first one with meat reduction (RED), the second one with 1.75% of Soy Fiber Superb™ (SF) and 1.75% of Soy concentrate Arcon® ST (SPC) and the third one with 3.5% of Starch Superior® (PS). The addition of SF and SPC did not affect microbiological parameters, reduced drip loss, presented a stronger compression force but has less general acceptance. The addition of PS augmented drip loss did not affect microbiological parameters and reduced the compression force. Meat reduction and functional ingredient addition did improve many technical issues, but also showed a reduction in the sensorial acceptance compared to the original formulation. It is recommended to continue with studies to improve sensorial characteristics of this product.

**Key words:** Acceptance, drip loss, sensorial characteristics, texture, yield.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>26</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Contenido nutricional por cada 100 gramos de harina de fibra de soya Superb™, concentrado de proteína de soya Arcon® ST y almidón de papa Superior® utilizados en la formulación de diferentes tratamientos de chorizo Campeño. ....	3
2. Formulaciones para chorizo Campeño, la formulación original (CTRL), la formulación reducida en carne (RED), la formulación con contenido de fibra de soya Superb™ con concentrado de proteína de soya Arcon® ST (FS+CPS) y la de almidón de papa Superior® (AP) .....	4
3. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E) del pH de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	10
4. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores L* de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	11
5. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores a* de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	12
6. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores b* de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	13
7. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) de los porcentajes de rendimiento de purga de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	14
8. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E) de los conteos microbiológicos ( <i>Log</i> 10(UFC/gr)) de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.....	15
9. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) de los rendimientos de cocción de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	16
10. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores de compresión de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	17
11. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de apariencia de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	18
12. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de color de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	19
13. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de jugosidad de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	20
14. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de sabor de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.....	21
15. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de textura de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo. ....	22
16. Valores promedio ( <i>X</i> ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de aceptación general de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo....	23

Figura	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de un chorizo Campeño.....	6

Anexos	Página
1. Boleta de análisis sensoriales .....	30
2. Recapitulación de variaciones relativas entre las distintas formulaciones de chorizo .....	31
3. Cronograma de análisis de laboratorio y sensoriales .....	32
4. Cuadro de recapitulación de resultados de valores promedio ( $X$ ) de los análisis de laboratorio realizados los días 1 y 9 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.....	33
5. Cuadro de recapitulación de resultados de los valores promedio ( $X$ ) de los análisis de laboratorio realizados los días 2 y 10 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.....	33
6. Recapitulación de los resultados de los valores promedio ( $X$ ) de los análisis de laboratorio realizados los días 3 y 11 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.....	34
7. Cuadro de recapitulación de resultados de los valores promedio ( $X$ ) de los análisis sensoriales realizados los días 2 y 10 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.....	34

## 1. INTRODUCCIÓN

El chorizo Campeño es un chorizo tradicional hondureño y es el preferido por un segmento específico del mercado; es el segundo producto más vendido y producido en la Planta de Cárnicos de Zamorano. Por ser un producto crudo, tiene una vida útil baja, es más susceptible a purga durante su vida útil y presenta bajos rendimientos en cocción, disminuyendo su desempeño en comparación con otros chorizos de la planta que son cocidos.

El chorizo es un tipo único de producto cárnico triturado que es usualmente condimentado o sazonado para obtener varios sabores, intensidades y perfiles. Se estima que solo en los Estados Unidos se producen 4 billones de kilogramos de chorizos al año (Hui *et al.* 2001). En Honduras más específicamente, se estima que aproximadamente el 60% de hogares de la región central consumen embutidos, y cerca del 40% en la región oriental (INCAP 2012).

La carne procesada se define generalmente como cualquier carne que es preservada por un proceso de salado, ahumado, curado o por la adición de químicos preservantes (Larsson y Orsini 2014). La carne provee una fuente rica de proteína y nutrientes esenciales; algunos de estos son más biodisponibles en la carne que en otras fuentes de comida (Wyness 2016).

Existen diferentes fuentes de proteína, aparte de las proteínas de origen pecuario están las proteínas vegetales y dentro de este grupo está la proteína de la soya. Existen fuentes de proteína de soya cuyos rangos de contenido de proteína de 40% hasta más del 95% (AASM 2002). La fibra de soya Superb™ y el concentrado de proteína de soya Arcon® ST de la compañía Archer Daniels Midland (ADM), son destinados a su utilización en productos cárnicos como ingredientes funcionales, fuentes de fibra dietética y proteína, conteniendo 30% de proteína, 48% de fibra dietética total y 65% de proteína con 26% de fibra dietética total respectivamente. Estudios epidemiológicos y clínicos han demostrado que el consumo de fibra dietética está inversamente relacionado con la obesidad, diabetes de tipo dos, cáncer y enfermedades cardiovasculares (Lattimer y Haub 2010).

Una ventaja de estas diferentes fuentes de proteínas vegetales es el efecto que tienen en el producto como ingredientes funcionales. En la industria cárnica se han utilizado por varios años ingredientes funcionales no cárnicos que permiten aumentar el rendimiento de los productos reduciendo la purga y mejorando su textura. Experimentos realizados por Tinney *et al.* (1995), evaluaron pruebas comparativas en embutidos. Diversos tipos de ingredientes funcionales fueron utilizados, incluyendo: proteína de soya y almidón modificado. El experimento mostró que la proteína de soya tiene mayor capacidad de aumentar el rendimiento en comparación al almidón modificado. Sin embargo, el almidón es un componente fundamental en la dieta del hombre. Químicamente, el almidón es una mezcla

de dos polisacáridos muy similares; la amilosa y amilopectina, estos influyen de forma directa en las propiedades sensoriales y funcionales de cada almidón (Fabsa 2005). En alimentos, el almidón se utiliza principalmente como un agente de retención de humedad, espesante y estabilizante de sistemas; además, es un aditivo de bajo costo (Martínez *et al.* 2003).

Según la normativa 319.140 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos, la grasa en una salchicha fresca tipo bratwurst será limitada al 35% (USDA 2006). El chorizo Campeño está constituido principalmente de carnes rojas procesadas. Su formulación tiene un alto contenido de carne y de grasas; está constituido por 66.38% de carne de cerdo y por 20.96% de carne de res. La carne representa 87.34% del contenido del chorizo Campeño, y la grasa el 48.58% del total del producto, lo que está arriba del límite permitido por el Departamento de Agricultura de EEUU.

Una modificación en la formulación de los productos cárnicos redundaría en beneficio para la salud del consumidor, sin embargo, el chorizo Campeño, segundo producto cárnico de Zamorano de mayor aceptación y venta, es una marca bien posicionada y un producto bien definido, y cualquier cambio en la formulación podría afectar negativamente la imagen de la marca y la colocación del producto.

Este estudio apunta a mejorar el desempeño del chorizo Campeño durante su comercialización. Se agregará a la formulación del chorizo Campeño ingredientes funcionales, reduciendo la carne en su formulación, sustituyendo un porcentaje de esa carne con otros ingredientes como el almidón de papa Superior®, la fibra de soya Superb™ y el concentrado de proteína de soya Arcon® ST de ADM con el fin de ofrecer un producto más eficiente desde un punto de vista de rendimiento en general y desde un punto de vista de salud, para que el consumidor mantenga su lealtad por el producto.

Los objetivos establecidos en el presente estudio fueron los siguientes:

- Evaluar la purga y rendimiento en cocción de diferentes formulaciones de chorizo Campeño con una reducción de carne más fibra de soya Superb™, concentrado de proteína de soya Arcon® ST y almidón de papa Superior® en comparación a la formulación actual.
- Determinar los efectos que tiene la reducción y la adición de ingredientes funcionales en el color, el pH, el rendimiento de cocción, la humedad, la purga, el porcentaje de grasa, la aceptación sensorial y los niveles microbiológicos del chorizo en comparación con la formulación actual.
- Determinar la aceptación sensorial de la reducción de carne y del uso de fibra de soya Superb™, concentrado de proteína de soya Arcon® ST y almidón de papa Superior® en chorizos Campeños con una reducción de carne.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Materiales.**

Los ingredientes cárnicos y no cárnicos (condimentos y aditivos) necesarios para la elaboración de los chorizos se obtuvieron de la Planta de Cárnicos de Zamorano, Francisco Morazán, Honduras, donde el estudio fue realizado. La fibra de soya Superb™ y el concentrado de proteína de soya Arcon® ST se obtuvieron de la empresa Archer Daniels Midland (ADM) ubicada en Decatur, Illinois, EEUU. La fibra de soya Superb™ es extraída de la fibra presente en los cotiledones de la soya y se obtiene como coproducto de la elaboración de proteína aislada de soya. El concentrado de proteína de soya Arcon® ST es producida por medio de una extracción por solventes de la proteína de la soya bajo calor húmedo y altas presiones para impartir las texturas fibrosas. El almidón de papa Superior® es elaborado por la empresa Emsland Group, fue obtenido por mediante de la extracción del carbohidrato de la papa, en el cual se elimina la fibra mediante lavados con agua, y posteriormente se somete a un proceso de secado cuidadoso que permite mantener sus propiedades funcionales. A continuación, se presentan las propiedades nutricionales de cada uno de estos productos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido nutricional por cada 100 gramos de harina de fibra de soya Superb™, concentrado de proteína de soya Arcon® ST y almidón de papa Superior® utilizados en la formulación de diferentes tratamientos de chorizo Campeño.

Componente	Superb™	Arcon® ST	Superior®
Carbohidratos totales (g)	51.00	27.00	80.00
Fibra dietética (g)	50.00	26.00	ND
Proteína (g)	33.00	65.00	ND
Humedad (g)	9.00	8.00	15.00
Grasa (g)	3.00	4.00	0.10
Cenizas (g)	6.00	6.00	ND
Sodio (mg)	150.00	900.00	ND
Fosforo (mg)	450.00	700.00	ND
Hierro (mg)	6.00	8.00	ND
Potasio (mg)	650.00	300.00	ND
Magnesio (mg)	150.00	150.00	ND
Zinc (mg)	10.80	ND	ND
Calcio (mg)	500.00	200.00	ND

Datos obtenidos de las fichas técnicas de los productos utilizados.

ND: Información no disponible.

### Tratamientos.

Se elaboraron un total de cuatro diferentes formulaciones de chorizos (Cuadro 2). El tratamiento de Control (CONTROL) representa la formulación original del chorizo Campeño. El primer tratamiento (RED) representa una formulación con una disminución de la cantidad de la carne (menos 9.5%) y un incremento de vegetales (más 9.5%). El segundo tratamiento (RED+FS+CPS) contempla una formulación con una disminución de la cantidad de la carne (menos 9.5%), un incremento de vegetales (más 6.0%) y un aporte de sustitución de fibra de soya Superb™ que representa 1.75% del producto final con adición de concentrado de proteína de soya Arcon® ST que representa también 1.75% del producto final. El tercer tratamiento (RED+AP) corresponde a una formulación con la misma disminución de carne que en el segundo tratamiento, el mismo incremento de vegetales que el segundo tratamiento y el aporte de sustitución de almidón de papa Superior® que representa 3.5% del producto final.

Cuadro 2. Formulaciones para chorizo Campeño, la formulación original (CTRL), la formulación reducida en carne (RED), la formulación con contenido de fibra de soya Superb™ con concentrado de proteína de soya Arcon® ST (FS+CPS) y la de almidón de papa Superior® (AP)

Ingredientes	Cantidad por tratamientos (%)			
	CTRL	(RED)	(RED +FS+CPS)	(RED+AP)
Carne de cerdo crudo (61.44% grasa, 38.55% proteína)	66.38	59.44	59.44	59.44
Carne de res cruda (36.66% grasa, 63.33% proteína)	20.96	18.40	18.40	18.40
Almidón de papa Superior®	0.00	0.00	0.00	3.51
Fibra de Soya Superb™	0.00	0.00	1.75	0.00
Concentrado de proteína de soya Arcon® ST	0.00	0.00	1.75	0.00
Verduras crudas	5.27	14.77	11.27	11.27
Espicias	0.90	0.90	0.90	0.90
Tripolifosfato de sodio	0.43	0.43	0.43	0.43
Eritorbato de sodio	0.04	0.04	0.04	0.04
Sal Yodada	1.66	1.66	1.66	1.66
Ácido Acético preparado	4.36	4.36	4.36	4.36
Total (%)	100	100	100	100

**Proceso de elaboración de chorizo.**

El proceso establecido de elaboración de chorizo se muestra en la Figura 1 y se detalla a continuación:

**Pesado de ingredientes.** Se pesaron los ingredientes cárnicos y no cárnicos por separado para los cuatro tratamientos. Todas las formulaciones incluyeron carne de cerdo y carne de res con diferentes cantidades de proteína y de grasa.

**Trituración y molienda de la carne.** Se molieron los diferentes recortes de carne en el mezclador de marca THOMPSON MEAT MACHINERY de la planta de cárnicos. Se utilizó un disco con salida de 0.48 cm de diámetro. Se trituró y mezcló tres veces la masa antes de proceder al mezclado.

**Incorporación de ingredientes no cárnicos.** Los ingredientes no cárnicos fueron incorporados manualmente hasta que la mezcla estuviera completamente homogénea.

**Homogenización.** La masa manualmente mezclada fue mezclada nuevamente en el mezclador de marca THOMPSON MEAT MACHINERY de la planta de cárnicos para asegurar una dispersión homogénea de los ingredientes no cárnicos en la masa cárnica.

**Embutido de la masa.** Se embutió la masa de carne de cada tratamiento en la embutidora automática al vacío de marca FREY modelo Konti C120 de la planta de cárnicos. Se utilizó tripa de cerdo para embutir la masa cárnica asegurándose que no quedaran burbujas ni espacio dentro de la tripa.

**Pesado y colocado de los chorizos en las bandejas.** Se preparó un juego de cinco bandejas de poliestireno expandido envuelto en polivinilo para cada tratamiento. Se colocaron 1100 g. de chorizo en cada bandeja.

**Empacado y sellado de las bandejas con plástico PVC.** Se selló cada bandeja conteniendo los 1000 g de chorizo con una envoltura de plástico de recubrimiento a base de cloruro de polivinilo.

**Almacenado a 4 °C.** El producto se almaceno dentro de la cámara frigorífica de la planta de cárnicos, a una temperatura de 2 a 4 °C y una humedad relativa de 78%. El almacenamiento tuvo una duración de catorce días.

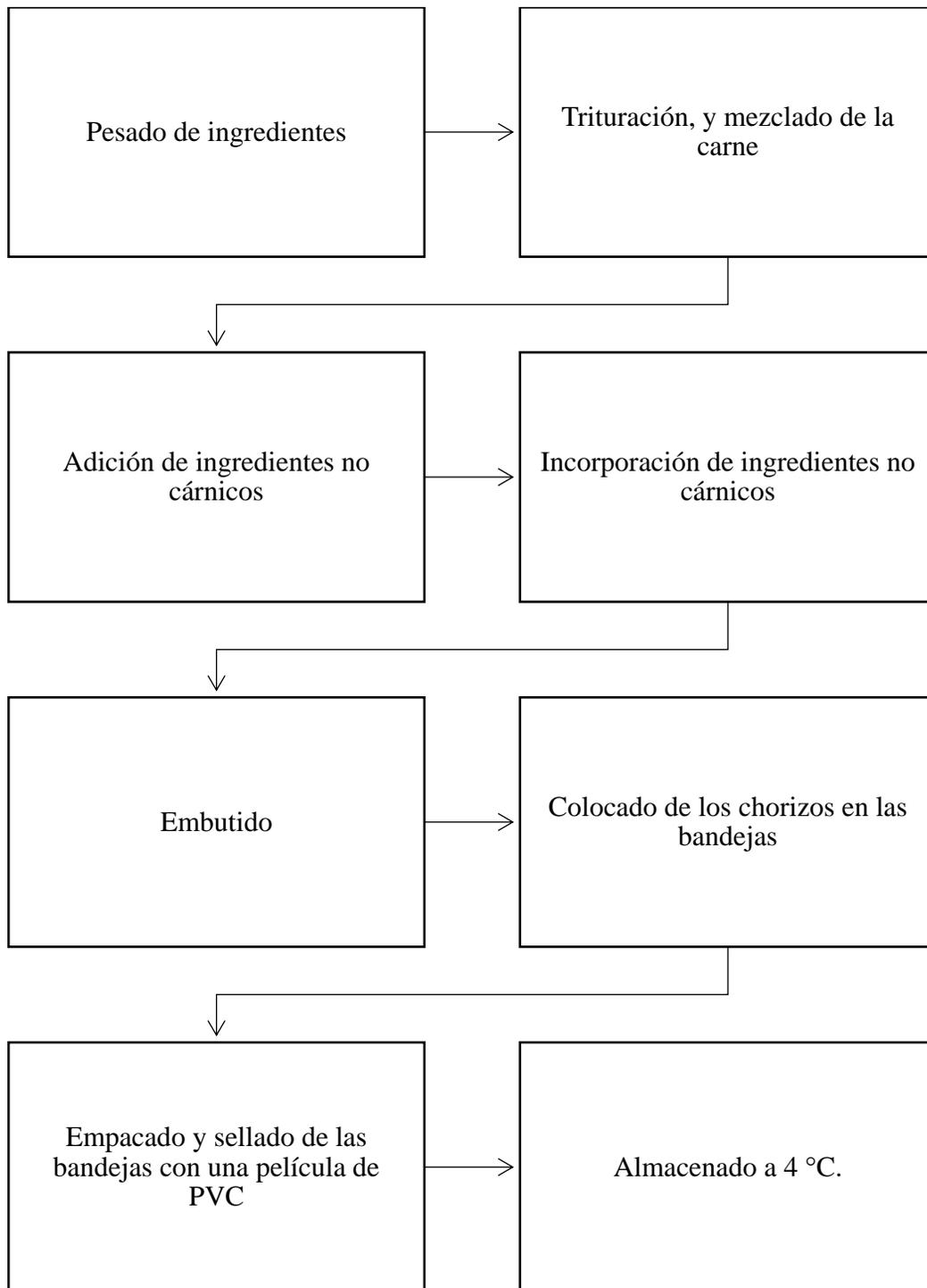


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de un chorizo Campeño

### **Análisis microbiológico.**

Se realizaron análisis microbiológicos de coliformes totales y bacterias mesófilas aerobias para comparar las diferencias de calidad e inocuidad de cada tratamiento. Para realizar las pruebas microbiológicas se pesaron 10 g de muestra en una Balanza marca Fisher Scientific Modelo SLF152-US. Las muestras se colocaron en bolsas estériles, se les agregaron 90 mL de solución buffer de fosfato esterilizada y se homogenizó cada muestra por 1 min en el Stomacher marca IUL Instrument. Se elaboró Agar Cuenta Estándar Acumedia® 106575A y Agar Bilis Rojo Violeta Acumedia® 105770B. Se sembró por el método de vaciado en placa utilizando diluciones de  $10^{-2}$  y  $10^{-4}$  para coliformes totales y diluciones de  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  para mesófilos aeróbios. Los platos Petri se incubaron a 35 °C en una incubadora marca Thermo Scientific Modelo 6856 por un periodo de 24 y 48 h para coliformes totales y mesófilos aerobios respectivamente.

### **pH.**

El pH fue medido a los dos y diez días de cada repetición utilizando el método AOAC 981.12 (AOAC 2005) en las cuatro muestras crudas. Antes de realizar cada análisis se calibró el potenciómetro del Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) de marca Fisher Scientific modelo Accumet serie model 15 pH meter series. Se tomó la medida de un chorizo de cada tratamiento insertando la sonda 2 cm dentro de cada uno de los chorizos seleccionados obteniendo el resultado final.

### **Análisis de color.**

El análisis de color fue realizado a los dos y diez días para cada repetición, se utilizó el método AN 1018.00 (ASTM 2017) en las cuatro muestras crudas. Se calibró el equipo Hunter L\*a\*b\* de COLORFLEX antes de realizar cada análisis de color. Se realizó un total de cinco muestras por cada tratamiento para tomar un promedio y los resultados fueron expresados en una escala de color L\*a\*b\*.

### **Análisis de grasa.**

Se realizó el análisis de grasa a los tres y once días de cada repetición, se realizó con muestras crudas y cocidas, se utilizó el método AN 390 FOSS (AOAC 2005) en el LAAZ. Se empezó haciendo una digestión por medio de hidrólisis de las muestras con el equipo SoxCap™ 2047 de marca FOSS, consistió en colocar seis muestras de 1 gramo de grasa en cada dedal y sumergirlo en una solución de ácido clorhídrico a 4N, hervirlo durante una hora y media para luego sellar y secar las muestras. Una vez secas las muestras se procedió a realizar una extracción de grasa etérea de las muestras con el equipo SoxTec™ 2050 de marca FOSS. Para obtener el resultado del porcentaje de grasa de las muestras se utilizó la ecuación 1.

$$\text{Porcentaje de grasa} = \frac{\text{peso final de tasa (g)} - \text{peso inicial de tasa (g)}}{\text{peso de muestra (g)}} \times 100 \quad [1]$$

### **Análisis de humedad.**

El análisis de humedad se realizó a los dos y diez días de cada repetición, este fue realizado con muestras crudas y cocidas, se utilizó el método AOAC 945.15 (AOAC 2005) de humedad por horno de convección 100 – 105 °C. Este consistió en pesar los crisoles secos para luego colocar las muestras de 3 gramos en el horno durante 24 horas a una temperatura de 104 °C. Para obtener el porcentaje de humedad de cada muestra se utilizó la Ecuación 2.

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{peso inicial del crisol}(g) - \text{peso final del crisol}(g)}{\text{peso de la muestra}(g)} \times 100 \quad [2]$$

### **Medición de la purga.**

Se tomaron las muestras de 1100 gramos empacadas en bandejas de poliestireno y envueltas en PVC y almacenadas 4 °C para llevar a cabo la medición de purga a los días uno y nueve de cada repetición. Se abrió el empaque con tijeras y se secó el interior, el exterior del empaque y la superficie de los chorizos con papel absorbente para luego tomar el peso final del empaque seco con los chorizos secos. Para calcular el porcentaje de purga se utilizó la Ecuación 3.

$$\text{Porcentaje de Purga} = \frac{\text{peso inicial}(g) - \text{peso final}(g)}{\text{peso inicial}(g)} \times 100 \quad [3]$$

### **Rendimiento de cocción.**

El rendimiento de cocción fue medido a los dos y diez días de cada repetición, este se obtuvo por diferencia de pesos. Tres muestras de cada tratamiento fueron pesadas antes de entrar a cocción (Peso de chorizo crudo). Al salir del horno, las tres muestras del producto final se enfriaron hasta que su temperatura interna fuera igual a la temperatura ambiente y luego se tomaron sus pesos (Peso de chorizo cocido) (Gok *et al.* 2011). Para obtener el rendimiento de cocción se utilizó la Ecuación 4.

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \frac{\bar{x}(\text{Cocidos})}{\bar{x}(\text{Crudos})} \times 100 \quad [4]$$

En donde  $\bar{x}$  es el promedio del peso de los chorizos.

### **Análisis de compresión.**

La fuerza de corte de los chorizos se evaluó con el método ASTM E83 (ASTM 2016) y la fuerza de corte utilizando el texturómetro de Brookfield (modelo Pro CT3-4500 serie 8533959) con el elemento TA-RT-KT y la sonda TA-SBA a una velocidad de 4 mm/s y una carga de activación de 0.067 N. Después de cocer los chorizos se les removió la tripa y se colocó en los ajustes de la maquina las dimensiones de cada chorizo que fueron medidas con un pie de rey electrónico de marca Thomas Científica. Se tomó la fuerza de corte de cuatro muestras por cada tratamiento para tomar un promedio. Se realizó esta prueba a los días tres y once y los resultados fueron expresados en Newton (N).

### **Análisis sensorial.**

Los análisis sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Se realizó un análisis afectivo de aceptación y de preferencia de las cuatro muestras con un panel conformado por estudiantes de Zamorano. Los análisis se realizaron a los dos y diez días de cada repetición, estos análisis sensoriales se conformaron por 38 panelistas para cada día. En el análisis de aceptación se evaluaron los atributos de apariencia, color, jugosidad, sabor, textura y aceptación general. Para ellos se empleó una escala hedónica de nueve puntos siendo 1 me disgusta extremadamente, 5 ni me gusta ni me disgusta y 9 me gusta extremadamente. Para los análisis sensoriales los chorizos fueron rebanados en rodajas de 10 a 15 mm. Fueron cocinados al horno en el modo de Broil en opción HI hasta que su temperatura interna superara 72 °C. Las muestras fueron codificadas al azar y servidas en bandejas de poliestireno expandido y fueron acompañadas con galletas soda y un vaso con agua para la limpieza del paladar.

### **Diseño experimental y análisis estadístico.**

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos, tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo por repetición sobre las características físicas, químicas, de desempeño y sensoriales de un chorizo Campeño. Los tratamientos se evaluaron por medio de un análisis de varianza (ANDEVA), con una separación de medias TUKEY ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos y medias ajustadas con LSMEANS ( $P < 0.05$ ) entre días para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos y a través del tiempo. Se realizó una transformación con arcoseno para porcentajes y análisis de residuales para determinar la normalidad de los datos. Todos los resultados fueron analizados con el programa "Sistema de Análisis Estadístico" versión 9.4 (SAS® por sus siglas en ingles).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### pH.

Se puede observar en el Cuadro 3 que los niveles de pH se mantuvieron entre 5.10 y 5.60. Los valores de pH de 5.4-5.8 resultan adecuados para embutidos crudos (Jimenez y Carballo 1989). Se observó un aumento en el pH para todos los tratamientos a través del tiempo donde el tratamiento control mostró el mayor pH en ambas medidas repetidas en el tiempo. Todos los tratamientos mostraron un aumento de su pH a través del tiempo, siendo el tratamiento RED+AP el de menor pH en el día nueve. El aumento de pH se atribuye al proceso de alcalinización que resulta de la liberación de productos básicos por la degradación de cadenas proteicas debido a cambios endógenos en la carne (Stanisic *et al.* 2012) El pH en los productos cárnicos ricos en fibra dependerá directamente de la fuente de fibra que es utilizada (Mehta *et al.* 2015). Sin embargo, no existen cambios significativos a través del tiempo con respecto al pH de cada tratamiento ( $P>0.05$ ).

Cuadro 3. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E) del pH de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	pH $\psi$	
	Día 1 ( $\Theta$ ) $\bar{X} \pm D.E$	Día 9 ( $\Theta$ ) $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	5.37 $\pm$ 0.21 a	5.54 $\pm$ 0.29 a
RED	5.10 $\pm$ 0.15 b	5.35 $\pm$ 0.16 ab
RED+FS+CPS	5.19 $\pm$ 0.15 b	5.33 $\pm$ 0.17 ab
RED+AP	5.14 $\pm$ 0.08 b	5.25 $\pm$ 0.09 b
Coefficiente de variación (%)	1.34	2.13

a-b: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P<0.05$ ).

$\Theta$ : No existen diferencias significativas entre días. ( $P>0.05$ )

$\psi$ : Escala del valor: 0 (Acido) – 14 (Alcalino)

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

#### Análisis de color L\*.

Se observó un aumento en la luminosidad de los tratamientos que no contenían fibra de soya, ni concentrado de proteína de soya, ni almidón de papa (Cuadro 4). Sin embargo, todos los tratamientos presentaron una luminosidad muy similar; esto es debido a la pigmentación de las fibras que fueron utilizadas (Aleson-Carbonell *et al.* 2005). Según Hurtado (1997; citado por Aristizábal y Sánchez 2007), el almidón de papa produce gel

claro por el alto contenido de amilopectina en la estructura de sus gránulos. A través del tiempo, se observó una diferencia significativa en los tratamientos Control y RED, sin embargo, los tratamientos RED+FS+CPS y RED+AP no presentaron ninguna diferencia significativa ( $P>0.05$ ) a través del tiempo en comparación con el tratamiento RED que fue el único que sí presentó una diferencia significativa ( $P>0.05$ ) a través del tiempo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores L\* de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Valor L* $\psi$	
	Día 1 $\bar{X} \pm D.E$	Día 9 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	53.34 $\pm$ 1.79 ab(X)	54.33 $\pm$ 2.24 a(X)
RED	53.18 $\pm$ 1.82 b(X)	55.00 $\pm$ 0.29 a(Y)
RED+FS+CPS	55.08 $\pm$ 2.41 a(X)	54.43 $\pm$ 2.26 a(X)
RED+AP	54.83 $\pm$ 2.32 ab(X)	54.68 $\pm$ 2.19 a(X)
Coefficiente de variación (%)	2.93	2.65

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P<0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P<0.05$ ).

$\psi$ : Escala del valor L: 0 = negro, 100 = blanco.

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Análisis de color a\*.

Una reducción en valor a\* se observó para todos los tratamientos. El valor a\* cubre el espectro del color rojo que representa la frescura del producto. El color rojo está directamente relacionado con las cantidades de mioglobina presentes en la matriz cárnica del producto (King *et al.* 2010). La principal razón por la cual se observó esta reducción en el valor a\* (Cuadro 5), es porque todos los otros tratamientos tienen una reducción del 9.5% de carne. Además, el hecho de adicionar fibras tiene un efecto directo en la percepción del color rojo en los productos cárnicos (Suman y Joseph 2013). El cambio de tonalidad no es tan drástico debido a que todos los tratamientos poseen condimentos con colores rojizos intensos (cochinilla y pimentón picante). Sin embargo, los tratamientos con ingredientes funcionales mantienen el color a través del tiempo, es decir que su color se mantiene mejor en comparación con los tratamientos de control y reducción de carne. Esto se debe a las propiedades de los ingredientes funcionales que actúan como estabilizadores de la emulsión de humedad, grasa y proteínas (Tesera 2005).

Cuadro 5. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores a\* de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Valor a* $\psi$	
	Día 1 $\bar{X} \pm D.E$	Día 9 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	10.86 $\pm$ 1.96 a(X)	9.50 $\pm$ 2.20 a(X)
RED	9.05 $\pm$ 1.50 b(X)	8.50 $\pm$ 1.37 b(X)
RED+FS+CPS	9.76 $\pm$ 0.95 ab(X)	8.71 $\pm$ 1.21 ab(Y)
RED+AP	9.45 $\pm$ 1.07 b(X)	8.82 $\pm$ 1.24 ab(X)
Coefficiente de variación (%)	12.94	10.18

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días (P<0.05).

$\psi$ : Escala del valor a: -60 = verde, +60 = rojo.

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

#### **Análisis de color b\*.**

El valor b\* cubre principalmente el espectro del color amarillo-azul. No hubo diferencias significativas (P>0.05) a través del tiempo para ningún tratamiento (Cuadro 6). Se observó que en el día uno tampoco hubo diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05), es decir que todos los tratamientos presentaron una misma tonalidad amarillo-azul similar al control. Sin embargo, en el día nueve sí hubo diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). Los tres tratamientos con reducción de carne presentaron un mayor valor de color b\* en el día nueve en comparación con el control. Las variaciones en el valor b\* son principalmente atribuidas a las diferentes concentraciones de los diferentes ingredientes usados en la elaboración de productos, así como a los diferentes pigmentos que estos posean (Sáyago-Ayerdi *et al.* 2009). Las diferencias de tonalidades se atribuyen a la presencia de fibras que limitan las diferentes reacciones de Maillard (Hegarty 1982), por consiguiente, los aumentos en las tonalidades amarillas están directamente relacionados a las diferentes concentraciones de harinas o pigmentos utilizados. Estos resultados concuerdan con los presentados en el Cuadro 6 ya que en todos los tratamientos, a excepción del control, se reemplazó un porcentaje de carne por la adición de fibras o de verduras; estas concentraciones diferentes explican entonces la diferencia en tonalidades amarillas de los tratamientos.

Cuadro 6. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores b\* de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Valor b* $\psi$	
	Día 1( $\Theta$ ) $\bar{X} \pm D.E$	Día 9( $\Theta$ ) $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	15.86 $\pm$ 0.52 a	15.56 $\pm$ 0.43 b
RED	16.01 $\pm$ 0.53 a	16.33 $\pm$ 1.08 a
RED+FS+CPS	16.32 $\pm$ 0.89 a	15.93 $\pm$ 1.04 ab
RED+AP	16.28 $\pm$ 0.62 a	16.16 $\pm$ 0.77 a
Coefficiente de variación (%)	4.19	4.31

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Theta$ : No existen diferencias significativas entre días.

$\psi$ : Escala del valor L: -60 = azul, +60 = amarillo.

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Análisis de Purga.

Todos los tratamientos presentaron diferencias significativas en relación a la purga ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 7). Todos los tratamientos purgaron a través del tiempo, siendo el tratamiento RED+AP el que presentó mayor cantidad de purga en general; esto se debe al alto contenido de amilosa del almidón de papa. Según Mestres (1996; citado por Aristizábal y Sánchez, 2007) la concentración de amilosa en el almidón de papa implica una mayor formación de geles fuertes, opacos y que sufren sinéresis. La amilosa es un polímero lineal que está constituido de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha$ -D-(1 $\rightarrow$ 4), debido a su linealidad, los polímeros de la amilosa tienden a agruparse muy estrechamente en forma paralela mediante la formación de puentes de hidrógeno entre los hidroxilos de los polímeros adyacentes, reduciendo así su afinidad por el agua (Wurzburg 1986). El fenómeno de retrogradación es la reorganización de las moléculas de amilosa durante el proceso de enfriamiento provocando soluciones opacas y que forman geles rígidos que finalmente pueden provocar sinéresis (Aristizábal y Sánchez 2007).

El tratamiento RED+FS+CPS fue el que presentó menor cantidad de purga en ambos días. La adición de fibra en productos cárnicos resulta en un aumento en rendimiento. La fibra dietética se puede clasificar en fibra soluble (pectina, pentosanos y glucanos) e insolubles (celulosa, pentosanos insolubles, lignina y protopectina) (Yanniotis *et al.* 2007). Los ingredientes funcionales Superb<sup>TM</sup> y Arcon<sup>®</sup> ST contienen 50 y 26% de fibra dietética respectivamente. La fibra de soya ha demostrado tener una capacidad de retención de agua de 1:4 (g de fibra/g de agua) (Cofrades *et al.* 2000). La reducción en purga se atribuye principalmente a que la fibra adicionada causa una mayor estabilidad, ligando el agua con mayor fuerza y estabilizando la matriz a través del tiempo (Mehta *et al.* 2015).

Cuadro 7. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) de los porcentajes de rendimiento de purga de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Rendimiento de Purga (%)	
	Día 1 $\bar{X} \pm D.E$	Día 9 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	1.73 $\pm$ 0.09 b(X)	2.61 $\pm$ 0.19 b(X)
RED	1.91 $\pm$ 0.09 ab(X)	2.39 $\pm$ 0.23 b(Y)
RED+FS+CPS	0.67 $\pm$ 0.14 c(X)	0.91 $\pm$ 0.09 c(X)
RED+AP	2.30 $\pm$ 0.29 a(X)	2.79 $\pm$ 0.34 a(X)
Coefficiente de variación (%)	10.34	6.26

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P < 0.05$ ).

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Resultados microbiológicos.

Los conteos para coliformes totales de todos los tratamientos estuvieron en el rango de 3.58 – 4.03  $Log_{10}$  UFC/g. En los conteos para mesófilos aeróbicos todos los tratamientos presentaron resultados en el rango de 5.83 – 6.99  $Log_{10}$  UFC/g. Tanto el parámetro de la Norma Oficial Mexicana (NOM 2002) como el del Reglamento Técnico Centro Americano (RTCA 2009) para productos cárnicos no establecen ningún límite máximo en planta y en punto de venta para los productos cárnicos troceados y curados crudos. Sin embargo, los conteos de coliformes totales y mesófilos aerobios presentados en el Cuadro 8 son conteos aceptables según Forsythe (2003) quien nos dice que este tipo de producto presenta típicamente conteos de coliformes totales entre 1000 y 10000 UFC/g (3 – 4  $Log_{10}$  UFC/g) y de mesófilos aerobios entre 100000 – 10000000 UFC/g (6 - 7  $Log_{10}$  UFC/g).

La purga actúa como un importante vector de proliferación de los microorganismos. Aunque los tratamientos hayan sido almacenados en un ambiente donde se mantuvieron las temperaturas de 2 a 4 °C, la alta carga microbiana se puede deber al manejo de las muestras durante el experimento y a las diferentes cargas microbianas iniciales de los diferentes ingredientes crudos del chorizo, es decir sus fuentes cárnicas y vegetales (Cuadro 2).

Cuadro 8. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E) de los conteos microbiológicos ( $Log_{10}$ (UFC/gr)) de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Coliformes totales		Mésofilos aeróbios	
	$Log_{10}$ (UFC/g) (Θ)		$Log_{10}$ (UFC/g) (Θ)	
	Día 2 (NS)	Día 10(NS)	Día 2 (NS)	Día 10 (NS)
	$\bar{X} \pm D.E$	$\bar{X} \pm D.E$	$\bar{X} \pm D.E$	$\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	3.65 ± 0.28	3.87 ± 0.23	5.91 ± 0.45	6.96 ± 0.82
RED	3.79 ± 0.61	3.93 ± 0.19	6.48 ± 0.81	6.99 ± 1.07
RED+FS+CPS	3.58 ± 0.37	3.96 ± 0.32	6.50 ± 0.71	5.83 ± 0.74
RED+AP	3.83 ± 0.39	4.03 ± 0.08	6.88 ± 1.01	6.57 ± 0.86
Coeficiente de variación (%)	11.06	5.22	12.17	12.00

Θ: No hay diferencias significativas a través del tiempo ( $P>0.05$ )

NS: No hay diferencias significativas entre los tratamientos el mismo día ( $P>0.05$ )

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

#### **Análisis de humedad en crudo.**

Se esperaba que los tratamientos con ingredientes funcionales presentaran los mismos o mayores contenidos de humedad que el tratamiento control al día dos y lo mantuvieran a través del tiempo. Sin embargo, los datos del experimento fueron muy variables debido a problemas técnicos durante los análisis de humedad. Se observaron coeficientes de variación mayores al 30%, por lo cual no se consideraron en el estudio.

#### **Análisis de humedad en cocido.**

Se esperaba que los tratamientos con ingredientes funcionales presentaran los mismos o mayores contenidos de humedad que el tratamiento control al día dos y lo mantuvieran a través del tiempo. Sin embargo, los datos del experimento fueron muy variables debido a problemas técnicos durante los análisis de humedad. Se observaron coeficientes de variación mayores al 30%, por lo cual no se consideraron en el estudio.

#### **Análisis de rendimiento de cocción.**

No se observó ninguna diferencia estadística ( $P>0.05$ ) en el valor de porcentaje de rendimiento de cocción entre los tratamientos en el día dos, todos los tratamientos presentaron el mismo rendimiento de cocción que el tratamiento de control. Se observó una diferencia estadística significativa ( $P<0.05$ ) entre los tratamientos en el día diez, lo que se expresa en una disminución del rendimiento de cocción para todos los tratamientos a través del tiempo donde los tratamientos con adición de ingredientes funcionales mantuvieron los mejores rendimientos de cocción a través del tiempo. El alto rendimiento del almidón de papa se atribuye principalmente por su gran cantidad de purga previa a la cocción (Cuadro 7). Por ende, el uso de almidón de papa aumenta el rendimiento de cocción en pastas de

carnes molidas (Katsanidis *et al.* 2001). Esto se debe a la gran cantidad de purga que crea, al haber purgado el agua la purga durante la cocción se reduce haciendo que la pérdida de peso durante la cocción sea menor, ocasionando un mayor resultado de porcentaje de rendimiento de cocción.

Cuadro 9. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) de los rendimientos de cocción de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Rendimiento de cocción (%)	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	60.48 $\pm$ 7.12 a(X)	55.83 $\pm$ 12.26 bc(X)
RED	64.78 $\pm$ 12.22 a(X)	52.16 $\pm$ 9.47 c(Y)
RED+FS+CPS	64.59 $\pm$ 6.68 a(X)	59.46 $\pm$ 10.7 ab(X)
RED+AP	68.30 $\pm$ 7.75 a(X)	63.67 $\pm$ 3.52 a(Y)
Coeficiente de variación (%)	11.91	16.00

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días (P<0.05).

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

#### **Análisis de grasa en crudo.**

Se esperaba que los tratamientos con ingredientes funcionales presentaran los mismos contenidos de grasa similares al tratamiento con reducción de carne al día tres y lo mantuvieran a través del tiempo. Sin embargo, los datos del experimento fueron muy variables debido a problemas técnicos durante los análisis de grasa. Se observaron coeficientes de variación mayores al 30%, por lo cual no se consideraron en el estudio.

#### **Análisis de grasa en cocido.**

Se esperaba que los tratamientos con ingredientes funcionales presentaran los mismos contenidos de grasa similares al tratamiento con reducción de carne al día tres y lo mantuvieran a través del tiempo. Sin embargo, los datos del experimento fueron muy variables debido a problemas técnicos durante los análisis de grasa. Se observaron coeficientes de variación mayores al 30%, por lo cual no se consideraron en el estudio.

#### **Análisis de compresión.**

No se presentó ninguna diferencia significativa (P>0.05) a través del tiempo para ningún tratamiento (Cuadro 10). Se observó que el tratamiento Control presentó la mayor fuerza de corte el día dos, el tratamiento RED+FS+CPS presentó la mayor fuerza de corte el día once, presentando una fuerza similar al del tratamiento de control el día once. Observar valores menores de fuerza de corte en los demás tratamientos a comparación del tratamiento control al día dos se atribuye a que la matriz cárnica tiene menor cantidad de proteína y

grasa, presentan entonces una pérdida en la dureza debido a su inestabilidad (Santhi *et al.* 2015).

Se observó que los tratamientos con ingredientes funcionales a diferencia del control, mantuvieron mejor sus características de fuerza de corte a través del tiempo. Esto se debe a que las proteínas cárnicas junto a la fibra forman una matriz resistente, la matriz retiene el agua y la grasa cárnica con más fuerza (Mehta *et al.* 2015).

Cuadro 10. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) de los valores de compresión de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Compresión (Newton)	
	Día 3 ( $\Theta$ ) $\bar{X} \pm$ D.E	Día 11 ( $\Theta$ ) $\bar{X} \pm$ D.E
CONTROL	12.60 $\pm$ 2.69 a	11.56 $\pm$ 3.48 a
RED	10.80 $\pm$ 0.80 a	10.88 $\pm$ 1.37 ab
RED+FS+CPS	11.91 $\pm$ 3.44 a	11.98 $\pm$ 3.69 a
RED+AP	7.01 $\pm$ 1.42 b	7.90 $\pm$ 1.43 b
Coeficiente de variación (%)	19.69	23.55

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Theta$ : No existen diferencias significativas entre días ( $P > 0.05$ ).

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### **Análisis sensorial de apariencia.**

En el día dos el tratamiento RED fue el único en ser evaluado con el valor correspondiente a “me gusta moderadamente” y su aceptación general fue significativamente mejor el día dos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 11). En el día diez todos los tratamientos fueron evaluados con el valor correspondiente a “Me gusta poco”. Sin embargo, al día diez, los tratamientos control y RED+AP muestran ser significativamente mejores que los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de apariencia de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Apariencia $\psi$	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	6.73 $\pm$ 1.83 b(X)	6.53 $\pm$ 1.73 ab(X)
RED	7.11 $\pm$ 1.37 a(X)	6.36 $\pm$ 1.75 b(Y)
RED+FS+CPS	6.45 $\pm$ 1.80 c(Y)	6.04 $\pm$ 1.93 c(Y)
RED+AP	6.43 $\pm$ 1.63 c(Y)	6.67 $\pm$ 1.98 a(X)
Coefficiente de variación (%)	25.25	29.09

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P < 0.05$ ).

$\psi$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 5: "Ni me gusta ni me disgusta" y 1: "Me disgusta extremadamente".

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Color.

El único tratamiento en obtener un valor correspondiente a "me gusta moderadamente" en el día dos fue el tratamiento con reducción de carne (Cuadro 12). El único tratamiento en presentar una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) a través del tiempo fue el tratamiento RED, lo que concuerda con la información brindada por los análisis de color  $L^*$  que fueron realizados a las muestras (Cuadro 4).

Se observó que el tratamiento RED+FS+CPS presentó resultados de aceptación de color significativamente menores ( $P < 0.05$ ) que todos los demás tratamientos (Cuadro 12). Esta baja aceptación se debe al color amarillo que presentó el tratamiento RED+FS+CPS debido a la presencia de ingredientes funcionales a base de soya; esta diferencia tiene un fuerte contraste en comparación al de color rojo y rosado de los demás tratamientos, lo que se refleja en una menor aceptación de parte del mismo. El color forma parte de las características de la apariencia del alimento y determina la percepción que consumidores pueden tener sobre ese alimento. En el caso de los productos cárnicos, en la mayoría de ocasiones el consumidor basa su decisión de compra con el parámetro de color (Ngapo *et al.* 2007).

Cuadro 12. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de color de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Color $\psi$	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	6.68 $\pm$ 1.95 b(X)	6.80 $\pm$ 1.79 a(X)
RED	7.26 $\pm$ 1.33 a(X)	6.52 $\pm$ 1.59 b(Y)
RED+FS+CPS	6.22 $\pm$ 1.70 c(X)	6.19 $\pm$ 1.82 c(X)
RED+AP	6.78 $\pm$ 1.63 b(X)	6.94 $\pm$ 1.53 a(X)
Coefficiente de variación (%)	25.27	25.84

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P < 0.05$ ).

$\psi$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 5: "Ni me gusta ni me disgusta" y 1: "Me disgusta extremadamente".

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Jugosidad.

La jugosidad juega un papel importante en las características de apariencia y determina la percepción de calidad que los consumidores pueden tener del producto en general (Resurrección 2004). El tratamiento Control y la formulación RED+FS+CPS no mostraron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 13). El tratamiento RED+FS+CPS presentó la menor aceptación de jugosidad. Esto concuerda con los comentarios de los panelistas que indican que este es muy seco. Se observó al día diez que el tratamiento RED+AP fue el único en obtener un valor correspondiente a: "me gusta moderadamente" y su aceptación fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) que la de los demás tratamientos. Esto se debe a que en comparación con los hidrocoloides formados por los ingredientes funcionales a base de soya, los del almidón de papa purgan una mayor cantidad de agua al ser puestos bajo compresión dándole una textura más jugosa y más suave, aunque este haya purgado más agua durante su anaquel (Cuadro 7).

Cuadro 13. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de jugosidad de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Jugosidad $\psi$	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	6.74 $\pm$ 1.85 b(X)	6.54 $\pm$ 1.89 b(X)
RED	6.98 $\pm$ 1.41 a(X)	6.21 $\pm$ 1.75 c(Y)
RED+FS+CPS	6.09 $\pm$ 1.83 c(X)	6.19 $\pm$ 1.58 c(X)
RED+AP	6.79 $\pm$ 1.86 ab(X)	7.11 $\pm$ 1.80 a(Y)
Coefficiente de variación (%)	26.67	27.54

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P < 0.05$ ).

$\psi$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 5: "Ni me gusta ni me disgusta" y 1: "Me disgusta extremadamente".

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Sabor.

Entre los días dos y diez la aceptación de sabor de los tratamientos fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) a excepción del tratamiento RED+FS+CPS, que no presentó ningún cambio a través del tiempo (Cuadro 14). Dicho tratamiento obtuvo una calificación de 6 correspondiente a "me gusta poco", siendo el tratamiento peor evaluado. Esto se debe al sabor a soya del producto, el sabor a soya que es identificado por los panelistas es causado por la enzima exógena llamada lipoxigenasa que se encarga de oxidar los ácidos linoleicos y linolénicos formando un compuesto (Z),11(E)-13hidroperóxido-9,11-ácido octadecadienoico durante el almacenamiento del grano (Iassonova *et al.* 2009). El sabor causado por la enzima lipoxigenasa es el típico sabor a soya que ha sido definido como un sabor amargo, astringente, pastoso y similar al de los frijoles verdes (Wolf y Cowan 1975).

En cuanto a los tratamientos mejor evaluados, se encuentra el tratamiento RED que obtuvo una calificación de 7 correspondiente a "me gusta moderadamente" y fue significativamente mejor ( $P < 0.05$ ) en el día dos (Cuadro 14). Esto concuerda con los comentarios de algunos de los panelistas que indicaron haber sentido una gran intensidad de sabor para esta muestra. Esto se debe a la matriz más acuosa del tratamiento RED que al tener más vegetales, tiene más agua por la composición de los mismos, lo que intensifica la distribución de los compuestos volátiles que componen el característico sabor del chorizo.

Cuadro 14. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de sabor de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Sabor $\psi$	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	6.67 $\pm$ 1.93 b(Y)	7.20 $\pm$ 1.62 a(X)
RED	7.52 $\pm$ 1.33 a(X)	7.02 $\pm$ 1.70 b(Y)
RED+FS+CPS	6.31 $\pm$ 1.81 c(X)	6.24 $\pm$ 2.00 c(X)
RED+AP	6.50 $\pm$ 2.04 bc(Y)	7.01 $\pm$ 1.77 b(X)
Coefficiente de variación (%)	27.42	26.39

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P < 0.05$ ).

$\psi$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 5: "Ni me gusta ni me disgusta" y 1: "Me disgusta extremadamente".

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Textura.

Entre los días dos y diez la aceptación de textura de los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) a excepción del tratamiento RED+FS+CPS (Cuadro 15). Los tratamientos con ingredientes funcionales presentaron una baja aceptación de textura en ambos días. Esto se atribuye a que el almidón contiene mayor porcentaje de amilosa lo que ocasiona una formación de geles fuertes. Las proteínas cárnicas junto a la fibra forman una matriz mucho más resistente, la matriz retiene el agua y la grasa cárnica con más fuerza resultando en una percepción de dureza de los chorizos afectando la percepción de la textura en los panelistas (Mehta *et al.* 2015).

Esto concuerda con los comentarios de los panelistas en el que indicaron que el tratamiento RED+FS+CPS presentó una textura arenosa y más dura. También indicaron que el tratamiento RED+AP presentó grumos (formaciones granulares).

Cuadro 15. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de textura de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Textura $\psi$	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	6.44 $\pm$ 2.07 b(Y)	7.09 $\pm$ 1.50 a(X)
RED	7.25 $\pm$ 1.43 a(X)	6.89 $\pm$ 1.62 b(Y)
RED+FS+CPS	6.23 $\pm$ 1.73 bc(X)	6.19 $\pm$ 1.76 d(X)
RED+AP	6.07 $\pm$ 2.28 c(Y)	6.64 $\pm$ 1.79 c(X)
Coefficiente de variación (%)	30.05	25.36

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

X-Y: Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre días ( $P < 0.05$ ).

$\psi$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: "Me gusta extremadamente", 5: "Ni me gusta ni me disgusta" y 1: "Me disgusta extremadamente".

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya; RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

### Aceptación general.

La aceptación general del tratamiento RED+FS+CPS presentó una baja aceptación general en ambos días (Cuadro 16) Esto se debe a que es una formulación a la cual no están acostumbrados los estudiantes la cual presenta ingredientes nuevos y tiene menos grasa, por consiguiente, menos sabor como se observó en los resultados de análisis sensoriales de sabor (Cuadro 14) y menos jugosidad como lo pudimos observar en los resultados de análisis sensoriales de jugosidad (Cuadro 13). Sin embargo, se observó al día dos, la aceptación general de los tratamientos Control y RED+FS+CPS, fue estadísticamente igual ( $P > 0.05$ ). La aceptación general del tratamiento RED+AP que en el día dos presentó la menor aceptación, al día diez presentó la mayor aceptación junto al tratamiento control en, siendo estadísticamente iguales ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 16).

Esto indica que a pesar de la menor aceptación de los tratamientos con ingredientes funcionales, la diferencia entre estos y el control no es tan abrupta, lo que significa que la aceptación general por parte del consumidor de los tratamientos con ingredientes funcionales no es tan diferente a la del control, lo cual se podría solucionar. Se debe considerar que el umbral de aceptación por parte de los panelistas es muy amplio, ya que presentaron mucha flexibilidad en su rango de aceptación.

Cuadro 16. Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándar (D.E.) del atributo sensorial de aceptación general de los tratamientos de chorizo Campeño a través del tiempo.

Tratamientos	Aceptación general $\psi$	
	Día 2 $\bar{X} \pm D.E$	Día 10 $\bar{X} \pm D.E$
CONTROL	6.80 $\pm$ 1.92 b(Y)	7.28 $\pm$ 1.29 a(X)
RED	7.43 $\pm$ 1.23 a(X)	6.97 $\pm$ 1.44 b(Y)
RED+FS+CPS	6.53 $\pm$ 1.51 c(X)	6.35 $\pm$ 1.74 c(X)
RED+AP	6.67 $\pm$ 1.68 bc(Y)	7.17 $\pm$ 1.53 a(X)
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	<b>23.92</b>	<b>22.26</b>

a-d: Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

X-Y: Diferentes letras ente columnas indican diferencias significativas entre días (P<0.05).

$\psi$ : Escala hedónica de 9 puntos, siendo 9: ‘‘Me gusta extremadamente’’, 5: ‘‘Ni me gusta ni me disgusta’’ y 1: ‘‘ Me disgusta extremadamente’’.

RED: Reducción de carne; RED+FS+CPS: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de soya;

RED+AP: Reducción de carne con ingredientes funcionales a base de papa.

## 4. CONCLUSIONES

- Formular chorizo Campeño con reducción de carne del 9.5% con 1.5% de fibra de soya y 1.5% de concentrado de proteína de soya reduce la purga y pH, aumenta el rendimiento de cocción y mantiene las propiedades de color, compresión y microbiológicas de la formulación actual.
- Formular chorizo Campeño con reducción de carne del 9.5% y 3.5% de almidón de papa resulta en mayor rendimiento en cocción, mayor cantidad de purga y presenta menor fuerza de compresión en relación con la formulación tradicional.
- Formular chorizo Campeño con una reducción de carne del 9.5% y una adición de 3.5% de ingredientes funcionales reduce su aceptación por parte del consumidor, sin embargo, se mantiene similar a la aceptación de la formulación actual de chorizo Campeño Zamorano.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Utilizar un horno destinado únicamente a las muestras para evitar alteraciones en los resultados en los análisis de humedad.
- Verificar el buen funcionamiento de cada una de las piezas y dedales del extractor de grasas, si es necesario, volver a calibrar el equipo antes de cada análisis.
- Realizar un estudio utilizando las mismas concentraciones de fibra de soya, concentrado de proteína de soya y almidón de papa sin reducir la cantidad de carne.
- Realizar un estudio utilizando 5% de reducción de carne con una adición de 1.5% de concentrado de proteína de soya y 1% de fibra de soya.
- Realizar un estudio utilizando las mismas concentraciones de Fibra de soya, concentrado de proteína de soya y almidón de papa sin reducir la cantidad de carne.
- Realizar un estudio con las mismas formulaciones utilizando saborizantes para mejorar el sabor del producto.
- Medir las cargas microbiológicas iniciales de las materias primas utilizadas para producir los chorizos.

## 6. LITERATURA CITADA

Aleson-Carbonell L, Fernández-López J, Pérez-Alvarez JA, Kuri V. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 6(2):247–255. doi: 10.1016/j.ifset.2005.01.002.

AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th Edition. U.S.

Aristizábal J y Sánchez T. 2007. *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca* [Internet]. 1a ed. Roma: FAO. 153 p. [Consultado 2017 jul 05]. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/es/c/cd9e42e3-7200-5990-b0a7-073d05bbcb2a/>

AASM. 2002. *Productos de soya* [Internet]. México. [Consultado 2017 jun 17]. Disponible en: <http://www.aces.uiuc.edu/asamex/intsoy5.html>

ASTM. 2016. *Standard Practice for Verification and Classification of Extensometer Systems* [Internet], ASTM International, West Conshohocken, PA. [Consultado 2017 oct 20]. Disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org).

ASTM. 2017. *Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters* [Internet], ASTM International, West Conshohocken, PA. [Consultado 2017 oct 20]. Disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org)

Cofrades S, Guerra MA, Carballo J, Fernandez-Martin F, Colmenero FJ. 2000. Plasma Protein and Soy Fiber Content Effect on Bologna Sausage Properties as Influenced by Fat Level. *J Food Science*. 65(2):281–287. doi:10.1111/j.1365-2621.2000.tb15994.x.

Fabsa, 2005. *Ventaja, uso y aplicaciones de los almidones* [Internet]. Industrias Alimentaria Fab S.A. [Consultado 2017 jul 25]. Disponible en: [http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC009\\_FABPSA.pdf](http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC009_FABPSA.pdf).

Forsythe S. 2003. *Alimentos Seguros: Microbiología*. Editorial Acribia, España. 400 p. ISBN: 8420010170

Gok, Akkaya L, Obuz E, Bulut S. 2011. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Sci*. 89(4):400–404. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2011.04.032.

Hegarty P.V.J. 1982. En: ‘‘Food proteins’’. Fox P.F. Y Condon J.J. Applied Science Publishers. London, New York. pp.: 145-154.

Hui YH, Nip WK, Rogers R. 2001. Meat Science and Applications [Internet]. CRC Press. ISBN:9780203908082. [Consultado 2017 mar 18]. Disponible en: <https://books.google.hn/books?id=651Zv5hUzyIC>.

Iassonova DR, Johnson LA, Hammond EG, Beattie SE. 2009. Evidence of an Enzymatic Source of Off Flavors in "Lipoxygenase-Null" Soybeans. Journal of the American Oil Chemists Society. 86(1):59-64. Doi: 10.1007/s11746-008-1314-y.

INCAP (Instituto de nutrición de Centroamérica y panamá). 2012. Análisis de la situación alimentaria en Honduras [Internet]. Análisis de la ENCOVI-2004. [www.paho.org](http://www.paho.org). [Consultado 2017 jun 14]. Disponible en: [http://www.paho.org/hon/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=desarrollo-humano-sostenible-y-estilos-de-vida-sal&alias=285-situacion-alimentaria-de-honduras-analisis-de-la-encovi-2004&Itemid=211](http://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=desarrollo-humano-sostenible-y-estilos-de-vida-sal&alias=285-situacion-alimentaria-de-honduras-analisis-de-la-encovi-2004&Itemid=211).

Jimenez F, Carballo J. 1989. Principios Basicos De Elaboracion De Embutidos. Direccion General De Investigacion Y Capacitacion Agrarias. Madrid. ISBN: 84.314.0629.9

Katsanidis E, Meyer DC, Epley RJ, Addis PB, Ruan R. 2001. Solubilized cellulose and dehydrated potato extract in cooked, low-fat comminuted beef. Journal of Food Science #66, 758-761. Doi: 10.1111/j.1365-2621.2001.tb04634.x

King DA, Shackelford SD, Kuehn LA, Kemp CM, Rodriguez AB, Thallman RM, Wheeler TL. 2010. Contribution of genetic influences to animal-to-animal variation in myoglobin content and beef lean color stability. J Anim Sci. 88(3):1160–1167. eng. doi:10.2527/jas.2009-2544.

Larsson S.C. y Orsini N. 2014. Red meat and processed meat consumption and all-cause mortality: a meta-analysis. American Journal of Epidemiology issue 179: 282–289.

Lattimer JM y Haub MD. 2010. Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health. Nutrients journal. 2(12):1266–1289. Eng. doi: 10.3390/nu2121266.

Martínez F, López M, Zazueta J, Morales E. 2003. Preparación y propiedades de almidones pregelatinizados de yuca (*Manihot esculenta*) y jicama (*Pachyrhizus erosus*) usando calentamiento óhmico [Internet]. Mexico. Research Gate. [Consultado 2017 jul 16]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/28088117\\_Preparacion\\_y\\_propiedades\\_de\\_almidones\\_pregelatinizados\\_de\\_yuca\\_Manihot\\_esculenta\\_Crantz\\_y\\_jicama\\_Pachyrhizus\\_erosus\\_usando\\_calentamiento\\_ohmico](https://www.researchgate.net/publication/28088117_Preparacion_y_propiedades_de_almidones_pregelatinizados_de_yuca_Manihot_esculenta_Crantz_y_jicama_Pachyrhizus_erosus_usando_calentamiento_ohmico)

Mehta N, Ahlawat SS, Sharma DP, Dabur RS. 2015. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products-a critical review. Journal of Food Science and Technology. 52(2):633–647. eng. doi:10.1007/s13197-013-1010-2.

Ngapo TM, Martin J-F, Dransfield E. 2007. International preferences for pork appearance: I. Consumer choices. *Food Quality and Preference*.18(1):26–36. doi:10.1016/j.foodqual.2005.07.001.

NOM (Norma Oficial Mexicana). 2002. Límites máximos permisibles para cárnicos: Microbiológicos NOM 213-SSA1-2002 [Internet]. Estados Unidos Mexicanos: Secretaría de Salud. [Consultado 2017 jun 18]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/213ssa102.html>

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2016. Obesidad y sobrepeso: Nota descriptiva N° 311 [Internet]. Organización Mundial de la Salud. [Consultado 2017 may 12]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

Resurrección A. 2004. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Sci*. 66(1):11–20. doi:10.1016/S0309-1740(03)00021-4.

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2009. RTCA 67.04.50:08. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos [Internet]. p.243. Centroamérica: Secretaría de Salud. [Consultado 2017 jun 02]. Disponible en: [https://members.wto.org/crnattachments/2008/sps/CRI/08\\_1142\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2008/sps/CRI/08_1142_00_s.pdf)

Santhi D, Kalaikannan A, Sureshkumar S. 2015. Factors Influencing Meat Emulsion Properties and Product Texture: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Jul 3;57(10):2021-2027. doi:10.1080/10408398.2013.858027.

Sáyago-Ayerdi SG, Brenes A, Goñi I. 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT - Food Science and Technology*. 42(5):971–976. doi:10.1016/j.lwt.2008.12.006.

Stanisic N, Petricevic M, Zivkovic D, Petrovic MM, Ostojic-Andric D, Aleksic S, Stajic S. 2012. Changes of physical-chemical properties of beef during 14 days of chilling. *Bio Anim Husb*. 28(1):77–85. doi:10.2298/BAH1201077S.

Suman SP, Joseph P. 2013. Myoglobin chemistry and meat color. *Annual Review of Food Science and Technoly*. 4:79–99. eng. doi:10.1146/annurev-food-030212-182623.

Tesera, M. 2005. Almidón nativo [Internet]. Holanda. [Consultado 2017 jul 15]. Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7212-las-feculas-tomaron-elcontrol>.

Tinney K. S, Miller M. F, Ramsey C. B, Braden E. J. 1995. Texture modifying agent and binder effects on the yield, sensory and textural properties of boneless hams, *Journal of Food Quality*, p.119-130. DOI: 10.1111/j.1745-4557.1995.tb00367.x

USDA (United States Department of Agriculture) 2006. Food standards and labeling policy book [Internet]. Food service and inspection service. United States department of Agriculture. [Consultado 2017 sept 02]. Disponible en:  
[https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/7c48be3e-e516-4ccf-a2d5-b95a128f04ae/Labeling\\_Policy\\_Book\\_082005.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/7c48be3e-e516-4ccf-a2d5-b95a128f04ae/Labeling_Policy_Book_082005.pdf?MOD=AJPERES)

Wolf W.J. y Cowan J.C. 1975. Soybean as a food source. Cleveland, OH, Estados Unidos, CRC Press. ISBN: 0878191127

Wurzburg O.B. 1986. Modified Sarches: Properties and uses. CRC Press, Boca Raton, Florida. ISBN: 0-8493-5964-3.

Wyness L. 2016. The role of red meat in the diet: nutrition and health benefits. *Proceedings of the Nutrition Society*. 75(3):227–232. doi: 10.1017/S0029665115004267.

Yanniotis S, Petraki A, Soumpasi E. 2007. Effect of pectin and wheat fibres on quality attributes of extruded corn starch. *Journal of Food Engineering*. 80(2):594-599. Doi:10.1016/j.foodeng.2004.08.028

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Boleta de análisis sensoriales

**Evaluación sensorial de aceptación**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

- Se le presentaran 4 muestras codificadas de chorizo campeño, galletas de soda y un vaso de agua.
- Limpie su paladar con galleta y agua al iniciar la evaluación, antes y después de degustar cada muestra.
- Realice su evaluación tomando las muestras de izquierda a derecha
- Marque con "x", según su calificación de acuerdo a los atributos: color, textura, sabor, jugosidad, aceptación general.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta extremadamente	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	Ni me gusta /Ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta extremadamente

Código de muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Jugosidad									
Sabor									
Textura									
Aceptación general									

Código de muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Jugosidad									
Sabor									
Textura									
Aceptación general									

**Anexo 2.** Recapitulación de variaciones relativas entre las distintas formulaciones de chorizo

Ingrediente	Chorizo (CTRL) (a)	Chorizo (REDUCCIÓN) (b)			Chorizo (FC+CPS) (c)			Chorizo (AP) (d)		
		% bruto	a-b bruto	a-b relativo	% Bruto	a-c bruto	a-c relativo	% bruto	a-d bruto	a-c relativo
Carne cerdo	66.38	59.44	-6.94	-10.45%	59.44	-6.94	-10.45%	59.44	-3.94	-10.45%
Carne res	20.96	18.40	-2.56	-12.21%	18.40	-2.56	-12.21%	18.40	-2.56	-12.21%
Total carne	87.34	77.84	-9.5	-10.88%	77.84	-6.44	-10.88%	77.84	-9.50	-10.88%
Almidón								3.50		
Fibra soya					1.75					
Concentrado					1.75					
Verduras	5.27	14.77	+9.53	+182%	11.27	+6.00	+113.9%	11.27	+6.00	+113.9%
Especias	0.90	0.90			0.90			0.90		
Tripolifosfato	0.43	0.43			0.43			0.43		
Eritorbato	0.04	0.04			0.04			0.04		
Sal	1.66	1.66			1.66			1.66		
Ácido acético	4.36	4.36			4.36			4.36		
TOTAL	100	100			100			100		

Fuente: propia

### Anexo 3. Cronograma de análisis de laboratorio y sensoriales

<b>PRE-TEST</b>	
Día 1	Ph
Día 1	Color L*
Día 1	Color a*
Día 1	Color b*
Día 1	Purga
Día 2	Coliformes
Día 2	Mesófilicos
Día 2	Humedad en crudo
Día 2	Humedad en cocido
Día 2	Rendimiento de cocción
Día 2	Color $\psi$
Día 2	Jugosidad $\psi$
Día 2	Sabor $\psi$
Día 2	Textura $\psi$
Día 2	Aceptación general $\psi$
Día 3	Grasa en crudo
Día 3	Grasa en cocido
Día 3	Fuerza de corte
<b>POST-TEST</b>	
Día 9	Ph
Día 9	Color L*
Día 9	Color a*
Día 9	Color b*
Día 9	Purga
Día 10	Coliformes
Día 10	Mesófilicos
Día 10	Humedad en crudo
Día 10	Humedad en cocido
Día 10	Rendimiento de cocción
Día 10	Color $\psi$
Día 10	Jugosidad $\psi$
Día 10	Sabor $\psi$
Día 10	Textura $\psi$
Día 10	Aceptación general $\psi$
Día 11	Grasa en crudo
Día 11	Grasa en cocido
Día 11	Fuerza de corte

**Anexo 4.** Cuadro de recapitulación de resultados de valores promedio ( $\bar{X}$ ) de los análisis de laboratorio realizados los días 1 y 9 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.

Análisis	Día 1 y		CTRL		RED		RED+FS+CPS		RED+AP	
	Día 9		Día 1	Día 9	Día 1	Día 9	Día 1	Día 9	Día 1	Día 9
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$						
Ph	5.37	5.54	5.1	5.35	5.19	5.33	5.14	5.25		
Color L*	53.34	54.33	53.18	55	55.08	54.43	54.83	54.68		
Color a*	10.86	9.5	9.05	8.5	9.76	8.71	9.45	8.82		
Color b*	15.86	15.56	16.01	16.33	16.32	15.93	16.28	16.16		
Purga (%)	1.73	2.61	1.91	2.39	0.67	0.91	2.3	2.79		

**Anexo 5.** Cuadro de recapitulación de resultados de los valores promedio ( $\bar{X}$ ) de los análisis de laboratorio realizados los días 2 y 10 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.

Análisis	Día 2 y		CTRL		RED		RED+FS+CPS		RED+AP	
	Día 10		Día 2	Día 10	Día 2	Día 10	Día 2	Día 10	Día 2	Día 10
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$						
Coliformes ( $Log_{10}$ UFC/gr)	3.65	3.87	3.79	3.93	3.58	3.96	3.83	4.03		
Mesófilos ( $Log_{10}$ UFC/gr)	5.91	6.96	6.48	6.99	6.50	5.83	6.88	6.57		
Humedad en crudo (%)	50.5	47.95	46.28	48.67	50.02	50.01	44.07	53.8		
Humedad en cocido (%)	50.02	56.11	51.43	53.81	51.01	46.8	47.14	41.45		
Rendimiento de cocción (%)	60.48	55.83	64.78	52.16	64.59	59.46	68.3	63.67		

**Anexo 6.** Recapitulación de los resultados de los valores promedio ( $\bar{X}$ ) de los análisis de laboratorio realizados los días 3 y 11 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.

<b>Análisis</b>	<b>Día 3 y</b>	<b>CTRL</b>		<b>RED</b>		<b>RED+FS+CPS</b>		<b>RED+AP</b>	
		<b>Día 3</b>	<b>Día 11</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 11</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 11</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 11</b>
<b>Día 11</b>		$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
Grasa en crudo (%)		30.15	28.74	29.22	42.66	31.82	28.23	35.97	27.25
Grasa en cocido (%)		29.97	29.25	12.95	19.92	21.75	30.79	19.25	29.11
Fuerza de corte (%)		12.6	11.56	10.8	10.88	11.91	11.98	7.01	7.9

**Anexo 7.** Cuadro de recapitulación de resultados de los valores promedio ( $\bar{X}$ ) de los análisis sensoriales realizados los días 2 y 10 en los diferentes tratamientos de Chorizo Campeño.

<b>Análisis sensorial</b>	<b>CTRL</b>		<b>RED</b>		<b>RED+FS+CPS</b>		<b>RED+AP</b>	
	<b>Día 2</b>	<b>Día 10</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 10</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 10</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 10</b>
Color	6.68	6.80	7.26	6.52	6.22	6.19	6.78	6.94
Jugosidad	6.74	6.54	6.98	6.21	6.09	6.19	6.79	7.11
Sabor	6.67	7.20	7.52	7.02	6.31	6.24	6.50	7.01
Textura	6.44	7.09	7.25	6.89	6.23	6.19	6.07	6.64
Aceptación general	6.80	7.28	7.43	6.97	6.53	6.35	6.67	7.17