

**Efecto de la harina de fibra de trigo (*Triticum aestivum*) o de soya (*Glycine max*) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra**

**José Lennin Flores Hernández**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de la harina de fibra de trigo (*Triticum aestivum*) o de soya (*Glycine max*) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra**

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

**José Lennin Flores Hernández**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2016

## **Efecto de la harina de fibra de trigo (*Triticum aestivum*) o de soya (*Glycine max*) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra**

**José Lennin Flores Hernandez**

**Resumen:** Los chorizos son productos altamente consumidos como parte de una dieta tradicional en América Latina, pero se encuentran nutricionalmente limitados por su carencia de fibra dietética, la cual está relacionada con reducciones del riesgo de cáncer y diabetes. El objetivo del estudio fue elaborar un chorizo como fuente de fibra y determinar sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Se elaboraron cuatro tratamientos con 5.7 y 9.4% de harina de fibra de soya o de trigo (HFS y HFT), calculando un aporte de 1.5 y 2.5 g en una porción de 55 g comparados contra un control con almidón de yuca. El uso de HFT mantuvo los rendimientos en cocción. La adición de HFT y HFS redujo la purga. Adicionar fibra no influyó en los parámetros microbiológicos. La fuerza de corte fue mayor a concentraciones más altas de HFT y HFS. La luminosidad aumentó con el uso de HFS y disminuyó la HFT. La aceptación de los chorizos fue afectada principalmente por los atributos de sabor y textura. Formular chorizos parrilleros con 5.7% de HFS o HFT cumple con los requerimientos de reclamo de "Fuente de fibra" en Centroamérica, pero sensorialmente son menos aceptados que los chorizos con almidón de yuca. La HFS es menos aceptada en los atributos de sabor y textura que la HFT, aunque a través del tiempo su aceptación es igual. Se recomienda continuar los estudios utilizando el nivel de 5.7% de HFS y HFT, usando diferentes niveles de agua y especias para mejorar sus atributos sensoriales.

**Palabras clave:** Capacidad de retención de agua, celulosa, cotiledón

**Abstract:** Sausages are highly consumed products as part of a traditional diet in Latin America but nutritionally limited for their lack of dietary fiber, which is associated with reductions in risk of cancer and diabetes. The objective was to develop a sausage as a dietary fiber source and determine its physicochemical, microbiological and sensory characteristics. Four treatments were developed with 5.7 and 9.4% of soybean and wheat fiber flour (SFF and WFF), calculating a contribution of 1.5 and 2.5 g in a serving size of 55 g and compared with a control with cassava starch. WFF maintained cooking yields. Adding SFF and WFF reduced significantly the purge. Adding fiber did not influence the microbiological growth. Hardness was higher at higher concentrations of SFF and WFF. The brightness increased with the use of SFF and decreased with WFF. Overall acceptability of sausages was affected mainly by their attributes of flavor and texture. Making sausages with SFF and WFF at 5.7% meet the requirements to claim "Source of fiber" in Central America, but are less accepted than sausages with cassava starch. SFF is less accepted in flavour and texture than WFF, although through time they have the same acceptability. Further studies are recommended using 5.7% of SFF and WFF, trying different levels of water and spices to enhance their sensory attributes.

**Key words:** Cellulose, cotyledon, water holding capacity

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras 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>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>20</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>21</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>28</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Contenido nutricional por cada 100 gramos de harina de fibra de soya y de trigo utilizada en la formulación de chorizos parrilleros con fibra .....	3
2. Descripción de los tratamientos en cuanto a porcentaje de harina de fibra de soya o de trigo agregada y su aporte de fibra en una porción de 55 gramos. ....	4
3. Formulaciones para chorizo parrillero de acuerdo a su contenido de harina de fibra de soya o de trigo para una tanda de 100 libras (45.39 kg) .....	4
4. Promedios y desviación estándar para la variable fuerza de corte en chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, medida a través del tiempo .....	11
5. Conteo de coliformes totales y bacterias mesófilas aerobias para chorizos parrilleros (55 g) con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, medido a través del tiempo.....	12
6. Promedios y desviación estándar del valor $L^*$ de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada y medido a través del tiempo.....	13
7. Promedios y desviación estándar del valor $a^*$ de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada y medido a través del tiempo.....	13
8. Promedios y desviación estándar del valor $b^*$ de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada y medido a través del tiempo.....	14
9. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo color de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.....	15
10. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo olor de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo .....	15
11. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo sabor de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.....	16
12. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo textura de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.....	17

Cuadros	Página
13. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para la aceptación general de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo .....	17
14. Costos variables de las diferentes formulaciones de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada al 5.7 y 9.4% .....	18

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de un chorizo parrillero con harina de fibra de soya o de trigo adicionada .....	5
2. Rendimiento en cocción de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada .....	8
3. Comportamiento de la purga en chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo a los días 1, 10, 19 y 28 .....	9
4. Comportamiento del pH en chorizos parrilleros con harina fibra de soya o de trigo a los días 1, 10, 19 y 28 .....	10
5. Color de los chorizos con harina de fibra de soya y harina de fibra de trigo .....	12
6. Frecuencia de la preferencia, por partes de consumidores no entrenados, para chorizos parrilleros con harina de fibra de trigo o de soya adicionada al 5.7 y 9.4%, medida a través del tiempo.....	18

Anexos	Página
1. Reclamos a la salud relacionados con fibra, aprobados por la FDA en Estados Unidos (e-CFR 2016), la EFSA en Europa (EUR-Lex 2006) y el Reglamento Técnico Centroamericano (2010) .....	28
2. Boleta de evaluación sensorial de aceptación y preferencia .....	29
3. Análisis de correlación para chorizos parrilleros con fibra de trigo.....	30
4. Análisis de correlación para chorizos parrilleros con fibra de soya .....	30
5. Caracterización del color de las harinas de fibra de trigo y de soya .....	31

## 1. INTRODUCCIÓN

El estilo de vida que ha adoptado la población mundial ha contribuido de manera significativa a un incremento de personas con sobrepeso o que sufren de enfermedades degenerativas (Jeffords 2016). Desde 1980 el número de personas con diabetes se ha duplicado y para el 2014 el 39% de las personas mayores de 18 años tenían sobrepeso y 13% ya eran obesas siendo los principales causantes el alto contenido calórico de las dietas, la falta de actividad física (OMS 2016) y la persistente deficiencia del 28 o 40% en el consumo de fibra dietética en Europa y Estados Unidos respectivamente (EFSA 2011; USDA 2013). Debido a la popular preocupación sobre consumir dietas saludables, el sector cárnico enfrenta el gran reto de brindar alimentos más saludables siendo los productos funcionales una gran oportunidad para mejorar la imagen de la industria (Olmedilla-Alonso *et al.* 2013).

Los chorizos son productos cárnicos embutidos y elaborados a base de carne condimentada con proporciones nutricionales que varían de acuerdo al tipo de carne con el que se elaboran (CIAP 2014). Los chorizos y las salchichas son productos con tradición de consumo en América y Europa y siguiendo las tendencias de conveniencia estos son comercializados principalmente como listos para consumir (AMI 2013). Se estima que para el año 2015 las ventas de chorizos en Estados Unidos sobrepasaron los \$4.4 mil millones con una marcada tendencia al crecimiento (NHDSC 2015).

La fibra dietética se define como un grupo de polisacáridos distintos del almidón, con estructuras fibrosas y no fibrosas que se encuentran presentes principalmente en las paredes celulares vegetales y que el organismo humano no puede asimilar y por lo tanto digerir (Blasco y Soriano 2006). En el mercado existen productos comerciales como celulosa, hemicelulosa y ligninas que, dependiendo del método de su extracción, pueden contener entre 50 y 85% de fibra. Se ha comprobado que las fibras aportan funciones tecnológicas en los alimentos como buena capacidad de retención de agua y grasa que dan mejoras en la textura atribuido a su estructura química (Freixanet 2008). Además, la fibra como aditivo natural, puede cumplir las funciones de potenciador del sabor, emulgente y conservante (García-Jiménez *et al.* 2008).

Existen múltiples evidencias que relacionan el consumo de fibra con la reducción de enfermedades cardiovasculares y problemas cardíacos (Anderson *et al.* 2009). Se ha comprobado que el consumo de fibras vegetales reduce el riesgo de cáncer (Slavin 2008) y diabetes (Post *et al.* 2012). La fibra también ha demostrado potenciar los marcadores de enfermedades crónicas como colesterol, presión alta y aumentos de glucosa en la sangre (Bajorek y Morello 2010; Papathanasopoulos y Camilleri 2010; El Khoury *et al.* 2012; Watson *et al.* 2014).

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). En cereales, la fibra está presente en la membrana celular y mayormente en pericarpio del grano al igual que las leguminosas que además poseen una pequeña concentración de fibra en los cotiledones. La cáscara de estos granos contiene el 86% de los carbohidratos complejos compuestos en un 30% por pectina, 50% de hemicelulosa y 20% de celulosa (Liu 1997). La soya se conforma de un 90% en cotiledón y 7% de cascara. Históricamente, la fibra de soya se ha extraído desde la cáscara para la fabricación de okara (leche de soya) y actualmente se siguen procesos de filtración para obtener la fibra presente en los cotiledones de la soya (Shurtleff y Aoyagi 2013). La fibra de trigo proviene del salvado y representa el 14% del peso del grano. Está conformado principalmente por el pericarpio, la testa y la aleurona del grano (Watson *et al.* 2014). La fibra presente en el salvado del trigo se conforma de aproximadamente 64-70% de arabonoxilano, 6-29% de B-glucano, 2-29% de celulosa y 3-8% de lignina (Cho y Almeida 2012).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos especifica que los productos cárnicos aportan 0 gramos de fibra al consumo diario por lo que se puede mejorar su perfil nutricional (USDA 2016). Sin embargo, el uso de fibras dietéticas en productos cárnicos puede traer una gran cantidad de beneficios por lo que organismos reguladores en cada país permiten agregar fibra a los productos y hacer reclamos nutricionales en las etiquetas de estos, mejorando su imagen comercial (Cuadro 1). Las fibras son capaces de aportar sus propiedades funcionales a los productos cárnicos y su eficacia dependerá de la cantidad y naturaleza de la fibra, principalmente sus proporciones de moléculas solubles e insolubles (Guerra *et al.* 2008).

Se están desarrollando nuevas tendencias con nuevos ingredientes que funcionen como estabilizantes, humectantes, reemplazantes de grasa y emulsificantes. Se incorporan con propiedades funcionales o nutricionales. Destacan las fibras de soja, trigo, guisantes y zanahoria. La regulación europea no obliga a etiquetar adulteración en productos con fibra debido a que son de origen natural y que posibilitan el establecimiento de una etiqueta limpia (González-González 2016). El uso de fibra dietética ha sido usada en productos cárnicos para mejorar su contenido nutricional brindar una fuente de prebióticos (Choi *et al.* 2009a), reducir o reemplazar la grasa animal y mejorar los rendimientos en producción (Choi *et al.* 2009b; 2010), mejorar los procesos de fermentación, la calidad e inocuidad de los productos (Sayas-Barberá *et al.* 2012) y evaluar y alargar la vida útil de embutidos tomando ventaja de las características funcionales de la fibra (Heo *et al.* 2009).

En el presente estudio se establecieron los siguientes objetivos:

- Desarrollar una formulación de chorizos parrilleros con la declaración de “Fibra dietética agregada” en la etiqueta del producto.
- Determinar los efectos fisicoquímicos y microbiológicos del uso de harina de fibra de soya o de trigo en el desarrollo de un chorizo parrillero con fibra agregada.
- Determinar la aceptación sensorial del uso de harina de fibra de soya o trigo en chorizos parrilleros con fibra agregada.

## 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, F.M., Honduras donde el estudio fue realizado. La fibra de soya “Superb” se obtuvo de la empresa Archer Daniels Midland (ADM) ubicada en Decatur, Illinois, EEUU. La fibra de soya “Superb” fue extraída de la fibra presente en los cotiledones de la soya y se obtuvo como coproducto de la elaboración de proteína aislada de soya. La harina de trigo fue elaborada a partir del producto comercial “Fibra” de la marca Al Natural con registro sanitario 0801-0012799-04-2011. El afrecho entero fue molido en el molino Sample Mill marca FOSS CT 193 Cyclotec serie 91762424. La harina obtenida fue tamizada a un tamaño de partícula de 425  $\mu\text{m}$  (0.0165 pulgadas equivalente a 40 Tyler). La composición de ambas fibras se obtuvo de la etiqueta nutricional de ambos productos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Contenido nutricional por cada 100 gramos de harina de fibra de soya y de trigo utilizada en la formulación de chorizos parrilleros con fibra.

Componente	Harina de fibra de trigo	Harina de fibra de soya
Carbohidratos totales	63.0 g	51.0 g
Fibra dietética	48.0 g	48.0 g
Proteína	19.0 g	30.0 g
Humedad	4.0 g *	9.0 g
Grasa	7.0 g	4.0 g
Cenizas	6.0 g *	6.0 g
Sodio	-----	150.0 mg
Fosforo	1.2 mg	450.0 mg
Hierro	13.7 mg	6.0 mg
Potasio	-----	650.0 mg
Magnesio	390.0 mg	150.0 mg
Zinc	10.8 mg	10.8 mg
Calcio	120.0 mg	500.0 mg

\*: Datos obtenidos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) utilizando los métodos AOAC 945.15 para humedad y AOAC 923.03 para cenizas.

**Tratamientos.** Se elaboró un tamaño de chorizo de 55 g basado en la especificación del FDA (FDA 2015) para la “cantidad de referencia habitualmente consumida” (RACC por sus siglas en inglés). Se elaboraron cuatro diferentes formulaciones de chorizos (Cuadro 3) calculando que dos de ellas, mediante el uso de las harinas de fibra de soya o de trigo, aportarían el 10% del requerimiento diario de fibra por porción necesario para poder declarar

fibra agregada en la etiqueta del producto (FDA 2013). Las formulaciones restantes se calcularon para un aporte de 1.5 gramos de fibra por porción.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en cuanto a porcentaje de harina de fibra de soya o de trigo agregada y su aporte de fibra en una porción de 55 g.

Tratamiento	Almidón de yuca (%)	Soya		Trigo	
		Harina de soya (%)	Fibra en 55 g	Harina de trigo (%)	Fibra en 55 g
Control/Almidón 3.3%	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Fibra de soya 5.7%	0.0	5.7	1.5	0.0	0.0
Fibra de soya 9.4%	0.0	9.4	2.5	0.0	0.0
Fibra de trigo 5.7%	0.0	0.0	0.0	5.7	1.5
Fibra de trigo 9.4%	0.0	0.0	0.0	9.4	2.5

**Formulaciones.** Los tratamientos fueron basados en la formulación de chorizo parrillero de Zamorano. Cinco tratamientos fueron elaborados incluyendo el control. A cuatro de ellos se les adicionó la harina de fibra de soya o fibra de trigo en las concentraciones de 5.7 y 9.4% (Cuadro 4). Se siguió el proceso de elaboración de chorizos parrilleros de la Planta de Cárnicos de Zamorano (Figura 1).

Cuadro 3. Formulaciones para chorizo parrillero de acuerdo a su contenido de harina de fibra de soya o de trigo para una tanda de 100 libras (45.39 kg).

Ingredientes	Cantidad por tratamiento (gramos)				
	Control	Soya 9.4%	Soya 5.7%	Trigo 9.4%	Trigo 5.7%
Carne de cerdo (41% grasa, 51% proteína)	19,880.28	18,320.74	19,275.98	18,320.74	19,275.98
Carne de res (22% grasa, 79% proteína)	15,904.22	14,656.59	15,420.78	14,656.59	15,420.78
Almidón de yuca	1,491.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Agua	5,566.24	5,566.24	5,566.24	5,566.24	5,566.24
Fibra de afrecho	0.00	4,298.55	2,579.13	0.00	0.00
Fibra de soya	0.00	0.00	0.00	4,298.55	2,579.13
Espicias	483.08	483.08	483.08	483.08	483.08
Tripolisfosfato de sodio	214.71	214.70	214.70	214.70	214.70
Eritorbato de sodio	19.88	19.88	19.88	19.88	19.88
Sal Nitrificada	83.50	83.49	83.49	83.49	83.49
Sal Yodada	596.41	596.38	596.38	596.38	596.38
Lactato de Sodio	9,940.14	9,160.37	9,637.99	9,160.37	9,637.99
<b>Total</b>	<b>45,392.65</b>	<b>45,392.65</b>	<b>45,392.65</b>	<b>45,392.65</b>	<b>45,392.65</b>

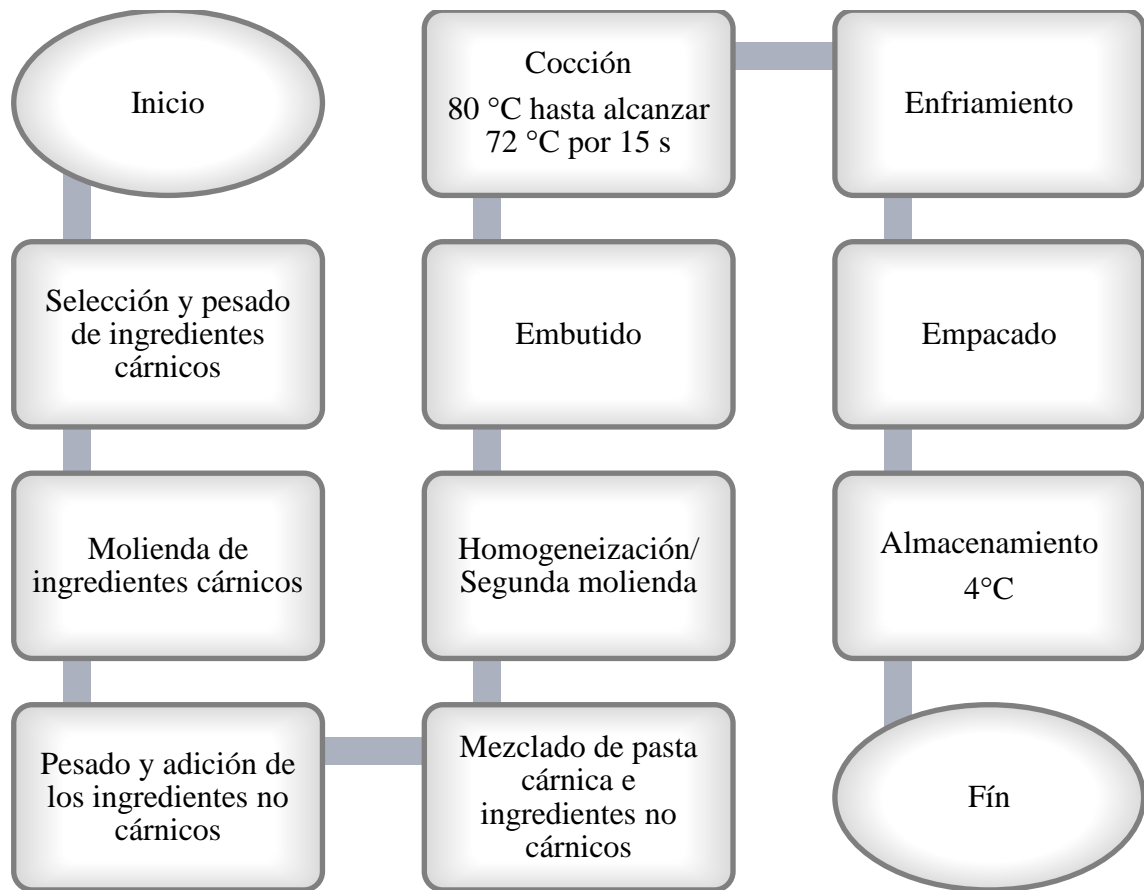


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de un chorizo parrillero con harina de fibra de soja o de trigo adicionada.

**Selección y pesado de la carne.** Se pesaron los ingredientes para los cinco tratamientos los cuales incluyeron carne de cerdo y de res con diferentes cantidades de grasa para alcanzar 41 y 22% respectivamente.

**Molienda.** Se molieron los recortes de carnes con disco con salida de 0.48 cm de diámetro.

**Pesado y adición de ingredientes no cárnicos.** Se pesaron los ingredientes para los cuatro tratamientos que incluían: tripolifosfato de sodio, especias, eritorbato de sodio, sal nitrificada, sal yodada, lactato de sodio y las diferentes cantidades de harina de fibra de trigo o de soja.

**Mezclado de la pasta cárnica e ingredientes no cárnicos.** Los ingredientes no cárnicos se incorporaron manualmente en la pasta cárnica para evitar pérdida de ingredientes.

**Homogeneización.** Los ingredientes cárnicos y no cárnicos se molieron por segunda vez para homogeneizar la dispersión de los ingredientes no cárnicos en la pasta cárnica.

**Embutido.** Se realizó un embutido automático en tripa natural de cerdo, asegurándose que toda la masa cárnica quedaba en contacto sin espacio alguno.

**Cocción.** El tratamiento térmico fue empleado hasta alcanzar los 72 °C en el interior de los chorizos. Al final fueron sometidas a una ducha con agua fría para reducir la temperatura hasta 10 °C. Todo el proceso tuvo una duración de aproximadamente 2 h.

**Enfriamiento.** Los chorizos fueron almacenados en un cuarto de enfriamiento hasta alcanzar la temperatura de 4 °C.

**Empacado.** Se procedió a empacar los chorizos al vacío en bolsas plásticas marca CRYOVAC, con un grosor de 50µm y 5 capas compuestas de LDPE/PA/EVOH/PA/LDPE.

**Almacenamiento.** El producto se almacenó dentro de las cámaras frigoríficas de la Planta Cárnica de Zamorano, a una temperatura de 2 a 4 °C y una humedad relativa de 78%. El almacenamiento tuvo una duración de 28 días.

**Rendimiento en cocción.** El rendimiento en cocción se obtuvo por diferencia de pesos. Bloques de  $2.5 \pm 0.5$  kg de cada tratamiento fueron pesados usando una Balanza marca OHAUS serie CS modelo CS 5000-01. Se pesaron los bloques antes de entrar a cocción (peso de los chorizos crudos). Al salir del horno, las muestras del producto final se enfriaron por 2 horas y luego se tomaron sus pesos (peso de los chorizos cocidos) (Gok *et al.* 2011). El rendimiento en cocción se calculó usando la ecuación 1.

$$\text{Rendimiento en cocción} = \frac{\text{Peso de los chorizos cocidos (g)}}{\text{Peso de los chorizos crudos (g)}} \times 100 \quad [1]$$

**pH.** El pH fue medido usando un potenciómetro de contacto para alimentos con alta humedad marca OAKTON modelo pH Spear serie N° 2358515. Se tomó la media del pH de tres chorizos insertando el potenciómetro 2 cm dentro de cada uno de los chorizos obteniendo el resultado final. Las mediciones fueron realizadas a los días 1, 10, 19 y 28.

**Medición de la purga.** Muestras de  $250 \pm 50$  gramos por tratamiento fueron empacadas al vacío y almacenadas a 4 °C para realizar la medición de purga a los días 1, 10, 19 y 28 respectivamente. Se tomó el peso inicial de cada muestra (chorizos dentro de la bolsa sellada). Luego se abrió la bolsa con tijeras, se secó el interior y exterior de la bolsa y la superficie de los chorizos con papel absorbente para luego tomar sus pesos en conjunto (Peso final). El cálculo de la purga se realizó mediante una diferencia de pesos siguiendo la ecuación 2 (Wiklund *et al.* 2010).

$$\text{Porcentaje de purga} = \frac{\text{Peso Inicial (g)} - \text{Peso final (g)}}{\text{Peso Inicial (g)}} \times 100 \quad [2]$$

**Fuerza de corte.** La fuerza de corte de los chorizos se evaluó como dureza 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. A los chorizos se les removió la tripa y se usó un tamaño de muestra con forma cúbica de 20 × 15 × 10 mm. Se tomó la fuerza de corte de cuatro muestras por cada tratamiento para tomar un promedio. Se realizó esta prueba a los días 1 y 28 y los resultados fueron expresados en Newton (N).

**Análisis microbiológicos.** Se realizaron análisis microbiológicos de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales. El análisis de mesófilos aerobios se empleó para indicar los niveles máximos permitidos de microorganismos en productos y verificar la calidad del producto final. El análisis de coliformes totales se usó como indicador de la inocuidad en el procesamiento del alimento. 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 vertido en placa. 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 aeróbios respectivamente.

**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 cinco muestras con un panel conformado por estudiantes de Zamorano. Los análisis se realizaron al día 1 y 28 y se conformó por 108 panelistas para cada día. En el análisis de aceptación se evaluaron los atributos de color, olor, 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 5 a 7 mm. Se frieron en su propia grasa durante 2 minutos por cada lado a 300 °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 estadístico.** Los datos obtenidos de los análisis físicos, químicos y microbiológicos se evaluaron a través de un análisis de varianza con un Modelo Lineal General (GLM, por sus siglas en inglés) realizando una separación de medias Tukey, con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos y a través del tiempo. Todos los datos fueron sometidos a una prueba de residuales para determinar la normalidad de datos. Para el análisis de preferencia se realizó una prueba de chi cuadrado. Para todas las pruebas estadísticas realizadas se utilizó una probabilidad de 95% (P<0.05). Los resultados fueron analizados con el programa “Sistema de Análisis Estadístico” versión 9.4 (SAS por sus siglas en inglés).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rendimiento en cocción.** Los tratamientos que contenían fibra de trigo no presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con respecto al control (Figura 2). El uso de fibra de trigo ha demostrado la capacidad de reemplazar ingredientes cárnicos como grasa en chorizos fermentados (Campagnol *et al.* 2013) y mantener o aumentar los rendimientos en cocción de productos cárnicos como tortas de pollo (Talukder y Sharma 2010). Los tratamientos con harina de fibra de soya adicionada en concentraciones de 9.4 y 5.7% mostraron un menor rendimiento en cocción ( $P < 0.05$ ). Esto coincide con Guerra *et al.* (2008) quienes obtuvieron menores rendimientos en cocción al usar concentraciones de 5% de fibra de soya. Cofrades *et al.* (2000) también encontraron que, usando fibra de soya en chorizos bologna a un nivel de 4%, las pérdidas en cocción alcanzaban aproximadamente 7.5%. Esto se atribuye principalmente a que la fibra de soya ha demostrado tener una capacidad de retención de agua de 1:4 (g fibra/g de agua) menor a la del trigo que es 1:11.

Las fibras de soya son estructuralmente cúbicas y las de trigo son filiformes, siendo las últimas más disponibles a la interacción con el agua. Otro factor influyente en la reducción del rendimiento en cocción con fibra de soya es que el tamaño de la molécula presenta 80  $\mu\text{m}$  de longitud y la fibra de trigo  $> 500 \mu\text{m}$  (Tarté 2009). También se puede atribuir a la fuente y cantidad de fibra utilizada ya que el contenido de fibra soluble es mayor en la soya y tiene una menor capacidad de ligar la grasa en comparación con la fibra del salvado de trigo (Matos-Chamorro y Chambilla-Mamani 2010). El tratamiento térmico pudo haber solubilizado las proteínas de la soya presentes alterando sus propiedades funcionales como retención de agua, capacidad emulsificante y propiedades espumantes (Zayas 1997).

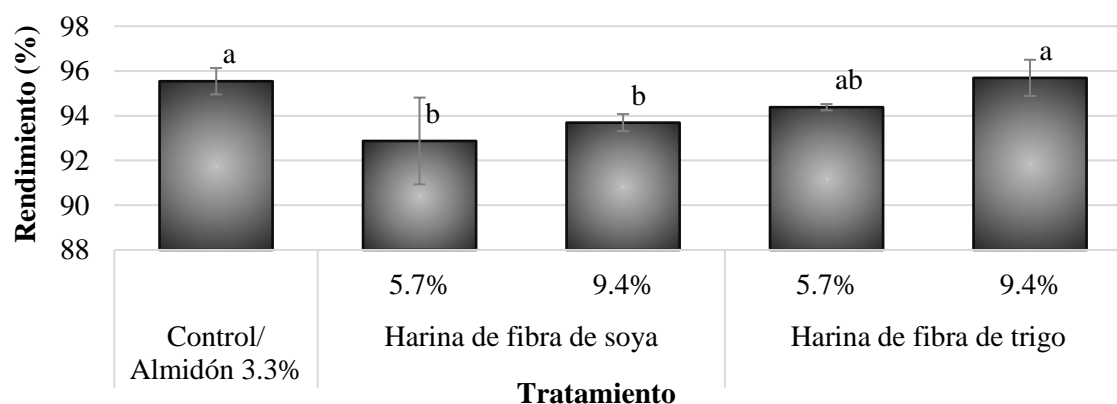


Figura 2. Rendimiento en cocción de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada. a-b: Diferentes letras entre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). Coeficiente de variación: 0.71%.

**Purga.** Todos los tratamientos con harina de fibra agregada mostraron una reducción significativa en la cantidad de purga presente en el empaque ( $P < 0.05$ ) comparada con el control (Figura 3). El tiempo fue el factor que mayor influencia tuvo en relación a la generación de purga en los chorizos ( $r = 0.71$ ,  $P < 0.05$ ) seguido del efecto de la cantidad de fibra agregada ( $r = 0.624$ ,  $P < 0.05$ ). La adición de fibra en productos cárnicos resulta en un aumento en rendimiento, una alteración en pH y un aumento en la estabilidad de la emulsión cárnica. La reducción en purga se atribuye principalmente a que la emulsión con fibra adicionada alcanza una mayor estabilidad después del tratamiento térmico, ligando el agua con mayor fuerza y estabilizando la matriz a través del tiempo (Mehta *et al.* 2015).

La capacidad de retención de agua ha sido comprobada muchas veces disminuyendo la purga en productos como chorizos fermentados (Eim *et al.* 2008) usando fibra de zanahoria, fibra de avena en chorizos de cerdo (Yang *et al.* 2010) y fibra de trigo en salchichas frankfurter (Kim *et al.* 2011). Previamente se han establecido límites para la cantidad de purga aceptable siendo del 2% para productos cocidos empacados al vacío. Esto debido a que una mayor cantidad de purga presente es considerado de menor calidad por el consumidor quien lo relaciona con sangre en el empaque. La purga puede conllevar implicaciones económicas muy importantes (Robertson 2012).

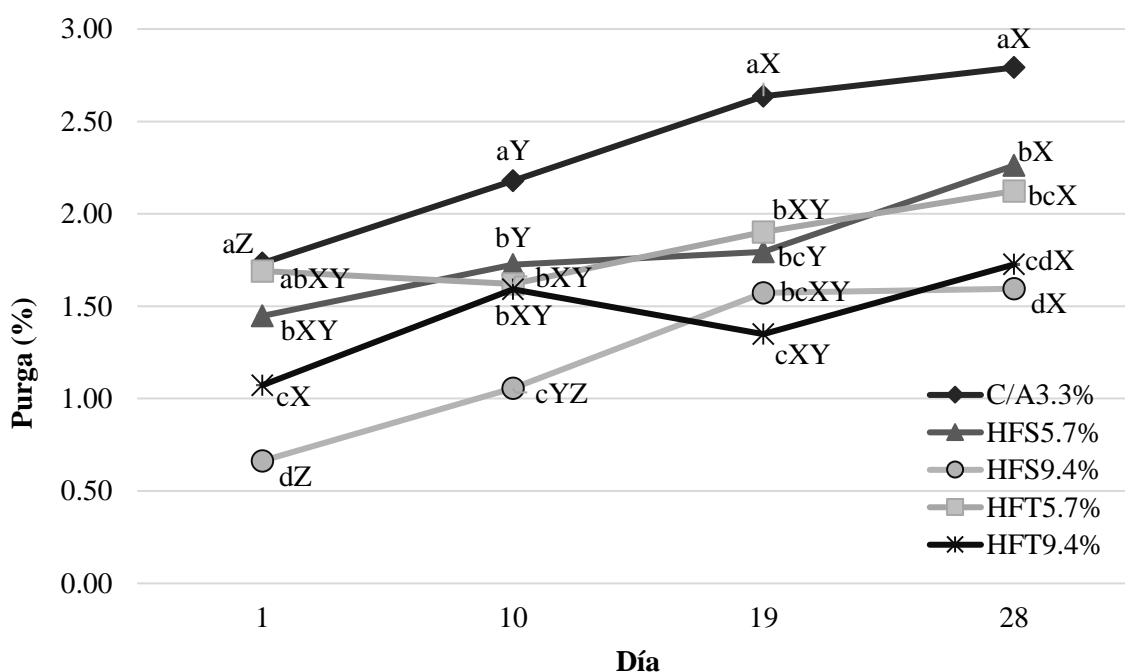


Figura 3. Comportamiento de la purga en chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo a los días 1, 10, 19 y 28. C/A: Control/Almidón; HFS: Harina de fibra de soya; HFT: Harina de fibra de trigo. a-d: Diferentes letras indican diferencia entre tratamientos por día ( $P < 0.05$ ). X-Z: Diferentes letras indican diferencias significativas a través del tiempo ( $P < 0.05$ ). Coeficiente de variación al día 1: 7.37%, día 10: 7.00%, día 19: 8.83% y día 28: 8.67%.

**pH.** El pH en productos cárnicos ricos en fibra dependerá directamente de la fuente de fibra usada (Mehta *et al.* 2015). Los tratamientos con fibra de soya agregada no mostraron diferencia significativa ( $P<0.05$ ) en cuanto al control (Figura 4). Esto coincide con Guerra (2008) donde se encontró un pH de 6.1 para harina de soya. Por otro lado, el pH en los tratamientos con fibra de trigo mostró una tendencia a ser mayor y en los días 1 y 10 los tratamientos con fibra de trigo tuvieron un pH mayor a las demás formulaciones.

Se observó un aumento en el pH para todos los tratamientos a través del tiempo donde el tratamiento con harina de fibra de soya al 5.7% y el control mostraron un menor pH al día 19 (Figura 4). La Fibra de arroz también ha mostrado tener un efecto en el aumento del pH en pastas cárnicas y en un Jerky de cerdo semiseco (Choi *et al.* 2007; Kim *et al.* 2010). El mismo aumento en pH se ha observado en muchos productos no fermentados como chorizos elaborados con carne de cerdo, langosta entre otros (Martínez *et al.* 2006; Moore y Gill 2011). El aumento en 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). También se ha relacionado el aumento en pH con las condiciones de empaque (vacío y temperatura), las concentraciones de nitritos y lactato de sodio utilizado en la manufactura de productos cárnicos (Brewer *et al.* 1991; Arashisar *et al.* 2004; Bozkurt y Erkmen 2004).

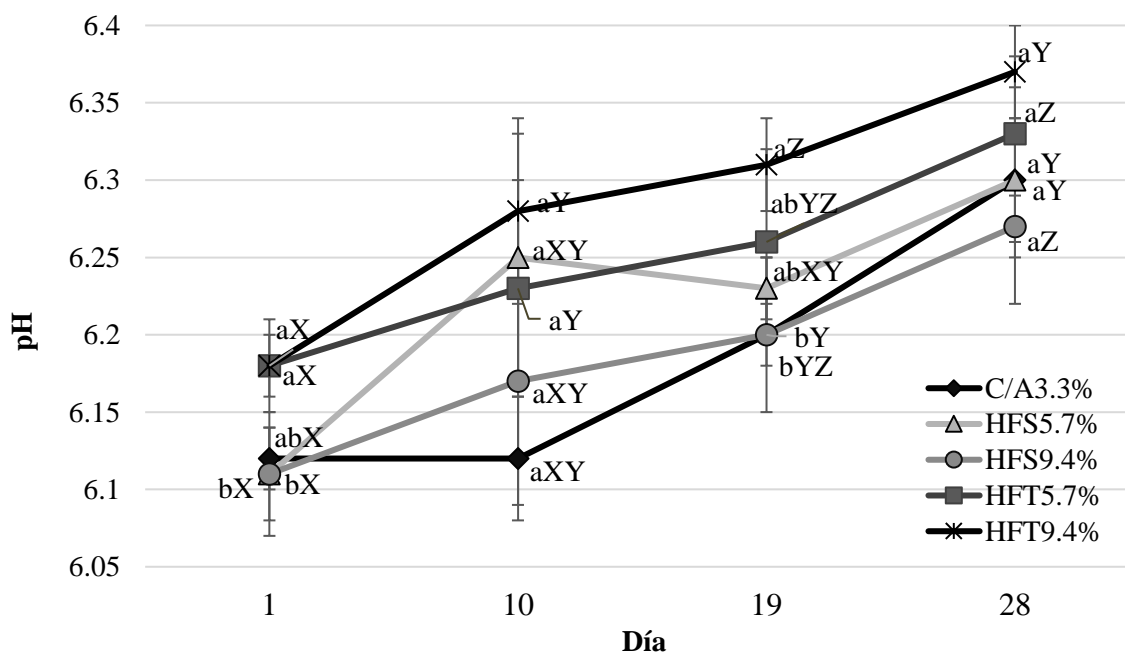


Figura 4. Comportamiento del pH en chorizos parrilleros con harina fibra de soya o de trigo a los días 1, 10, 19 y 28. C/A: Control/Almidón; HFS: Harina de fibra de soya; HFT: Harina de fibra de trigo. a-b: Diferentes letras indican diferencia entre tratamientos por día ( $P<0.05$ ). X-Y: Diferentes letras indican diferencias significativas a través del tiempo ( $P<0.05$ ). Coeficiente de variación al día 1: 0.38%, día 10: 0.97%, día 19: 0.51% y día 28: 0.63%.

**Fuerza de corte.** La dureza en una matriz cárnica con fibra agregada depende directamente de los ingredientes que se usaron en su elaboración (Lee *et al.* 2008). Los tratamientos con mayor cantidad de fibra mostraron una mayor dureza de corte siendo el tratamiento con 9.4% de harina de fibra de soya el que presentó una mayor fuerza de corte al día 1 y 28 (Cuadro 5). Los datos son similares a los encontrados en chorizos cocidos (Choi *et al.* 2009a) con fuerzas de corte de 5.2 N en dureza. Las características texturales de los productos cárnicos juegan un papel muy importante en la aceptación de los chorizos y estudios han demostrados que productos cocidos con mayor dureza obtienen una mayor preferencia por parte de los consumidores al considerarlos de mejor calidad, lo cual está relacionado con un mejor proceso de cocción y gelatinización de las proteínas (Savadkoohi *et al.* 2014).

Cuadro 4. Promedios y desviación estándar para la variable fuerza de corte en chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, medida a través del tiempo.

Tratamiento	Fuerza da Corte (Newton)	
	Día 1	Día 28
Control/Almidón 3.3%	6.39 ± 0.38 dX	6.27 ± 0.71 bX
Harina de fibra de soya 5.7%	7.35 ± 0.15 bcX	6.21 ± 0.12 bY
Harina de fibra de soya 9.4%	8.48 ± 0.43 aX	7.30 ± 0.14 aX
Harina de fibra de trigo 5.7%	6.65 ± 0.26 cdX	6.31 ± 0.16 abX
Harina de fibra de trigo 9.4%	7.66 ± 0.21 bX	6.42 ± 0.42 abY
Coefficiente de variación (%)	3.64	5.55

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

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

Se ha demostrado que a mayor cantidad de fibra agregada en una matriz cárnica aumentará la dureza de ésta como lo es el caso del uso de fibra de avena y trigo en una salchicha viena (Flores *et al.* 2005), fibra de cáscara de plátano en salami (Urgilez-Sigüenza 2014) y fibra de soya y arveja en chorizos bologna (Cofrades *et al.* 2000; Pietrasik y Janz 2010). La mayoría de los datos de dureza obtenidos en los estudios anteriormente mencionados presentan valores de hasta 90 N de fuerza atribuyéndose principalmente a las fuerza de corte que proporcionan las fundas usadas durante el embutido de los productos (Choi *et al.* 2008). La reducción en fuerza de corte de los chorizos con 9.4% de harina de fibra de soya y de trigo a través del tiempo se atribuye a que las emulsiones cárnicas con menor cantidad de proteína y grasa, que fueron sustituidos por fibra de soya, presentan una pérdida en la dureza a través del tiempo debido a la reducción en la estabilidad de la emulsión formada (Santhi *et al.* 2015).

**Resultados microbiológicos.** Los conteos para coliformes totales fueron menores a 10 UFC/g. Al incluir a la *Escherichia coli* dentro del grupo de coliformes totales se cumple el límite de menos de 10 UFC/g para *E.coli*, establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2009). El conteo de mesófilos no mostró diferencia significativa entre todos los tratamientos y entre los días 1 y 28 (P>0.05) cumpliendo con el parámetro

establecido por la Norma Oficial Mexicana para productos cárnicos que establece un límite en planta para BMA de 10,000 UFC/g (NOM 2010)  $10^6$  (cuadro 6). Los bajos conteos microbiológicos son atribuidos principalmente a las buenas prácticas de manufactura que fueron adoptadas para el desarrollo de los chorizos. También a la poca manipulación de los chorizos después de la cocción y a las óptimas condiciones de almacenamiento donde se mantuvieron temperaturas de 2 a 4 °C y un empaque al vacío (Baranyi y Roberts 1994).

Cuadro 5. Conteo de coliformes totales y bacterias mesófilas aerobias para chorizos parrilleros (55 g) con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, medido a través del tiempo.

Tratamiento	Coliformes totales (UFC/g)		Mesófilos aerobios (UFC/g) $\Omega$	
	Día 1 y 28 ( $\infty$ ) (NS)		Día 1 ( $\infty$ ) (NS)	Día 28 ( $\infty$ ) (NS)
	Control/Almidón 3.3%	< 10.00	83.33 $\pm$ 15.28	113.33 $\pm$ 20.82
Harina de fibra de soya 5.7%	< 10.00	106.67 $\pm$ 12.14	126.67 $\pm$ 5.77	
Harina de fibra de soya 9.4%	< 10.00	103.41 $\pm$ 15.28	116.66 $\pm$ 20.82	
Harina de fibra de trigo 5.7%	< 10.00	106.67 $\pm$ 20.82	96.67 $\pm$ 20.82	
Harina de fibra de trigo 9.4%	< 10.00	96.67 $\pm$ 25.17	110.00 $\pm$ 26.46	
Coefficiente de variación		20.53	18.23	

$\Omega$ : Valores estimados.

$\infty$ : No significativo entre días.

NS: No significativo entre tratamientos.

**Color.** Se observaron diferencias visuales muy marcadas en cada uno de los productos (Figura 5) debido principalmente a las fibras usadas en cada formulación. Estas diferencias fueron comprobadas al evaluar los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ .

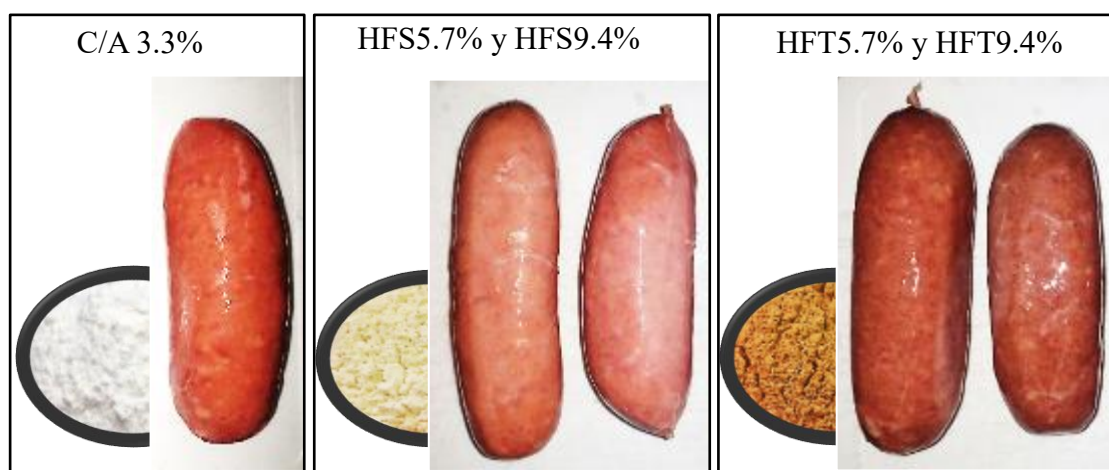


Figura 5. Color de los chorizos con harina de fibra de soya y harina de fibra de trigo. C/A: Control/Almidón, HFS: Harina de fibra de soya, HFT: Harina de fibra de trigo.

Se observó un aumento en la luminosidad para los tratamientos que contenían fibra de soya y una disminución para aquellos con fibra de trigo (Cuadro 7), esto debido a la pigmentación de las fibras utilizadas (Aleson-Carbonell *et al.* 2005). Otros factores que pueden provocar variaciones de luminosidad son la cantidad de nitritos y la mioglobina (Honikel 2008).

Cuadro 6. Promedios y desviación estándar del valor L\* de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada y medido a través del tiempo.

Tratamiento	Valor L* $\Phi$	
	Día 1	Día 28
Control/Almidón 3.3%	54.37 $\pm$ 0.47 bX	54.53 $\pm$ 0.60 bX
Harina de fibra de soya 5.7%	56.02 $\pm$ 0.27 aX	56.31 $\pm$ 1.17 aX
Harina de fibra de soya 9.4%	56.73 $\pm$ 0.14 aX	56.74 $\pm$ 1.17 aX
Harina de fibra de trigo 5.7%	51.45 $\pm$ 0.40 cX	52.00 $\pm$ 0.93 cX
Harina de fibra de trigo 9.4%	49.41 $\pm$ 0.64 dY	50.18 $\pm$ 0.46 dX
Coefficiente de variación (%)	0.82	0.98

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

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

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

El color rojo fue significativamente menor (P<0.05) para todos los tratamientos en comparación al control (Cuadro 8). Esto está relacionado directamente con la cantidad de mioglobina presente en la matriz cárnica (King *et al.* 2010). La adición de fibras, entre otros factores como la calidad de la carne utilizada y el tratamiento térmico, tienen un efecto directo en la percepción del color rojo en productos cárnicos (Suman y Joseph 2013). Esto concuerda con los resultados obtenidos donde el uso de fibra, principalmente la harina de fibra de trigo, resultó en una disminución significativa (P<0.05) de las tonalidades rojas en los chorizos (Cuadro 8). Los resultados son similares a investigaciones previas donde la adición fuentes de fibra como salvado de arroz, harina de cáscara de plátano y fibra de soya han mostrado tener un efecto de reducción para las tonalidades rojas en productos cárnicos (Choi *et al.* 2009; Campagnol *et al.* 2013; Urgilez-Sigüenza 2014).

Cuadro 7. Promedios y desviación estándar del valor a\* de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada y medido a través del tiempo.

Tratamiento	Valor a* $\Phi$	
	Día 1 ( $\infty$ )	Día 28
Control/Almidón 3.3%	16.83 $\pm$ 0.29 a	17.10 $\pm$ 0.88 a
Harina de fibra de soya 5.7%	16.08 $\pm$ 0.18 b	15.90 $\pm$ 0.35 ab
Harina de fibra de soya 9.4%	14.90 $\pm$ 0.13 c	15.19 $\pm$ 1.47 bc
Harina de fibra de trigo 5.7%	12.87 $\pm$ 0.09 e	13.22 $\pm$ 0.33 d
Harina de fibra de trigo 9.4%	13.63 $\pm$ 0.40 d	13.96 $\pm$ 0.65 cd
Coefficiente de variación (%)	1.59	3.40

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

NS: No significativo entre días.

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

El valor b\*, que representa las coordenadas amarillo-azul mostró diferencias significativas para cada uno de los tratamientos (P<0.05) siendo el control el que presentó menor valor de este parámetro. Comportamientos similares para el valor b\* se han reportado al agregar harinas vegetales y fibra de arroz en albóndigas y emulsiones cárnicas (Yılmaz 2005; Choi *et al.* 2009), fibra de avena en chorizos reducidos en grasa (Yang *et al.* 2010), kimchi en polvo (Lee *et al.* 2008) y soya en chorizos fermentados (Campagnol *et al.* 2013). Las variaciones en el valor b\* se atribuyen principalmente a los ingredientes usados en la elaboración de los productos y los pigmentos que estos posean (Sáyago-Ayerdi *et al.* 2009). Debido a lo anterior mencionado, aumentos en las tonalidades amarillas son resultado de agregar las harinas utilizadas y reemplazar un porcentaje de carne por la adición de dichas harinas

Cuadro 8. Promedios y desviación estándar del valor b\* de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada y medido a través del tiempo.

Tratamiento	Valor b* $\Phi$	
	Día 1 ( $\infty$ )	Día 28
Control/Almidón 3.3%	16.18 $\pm$ 0.14 d	16.74 $\pm$ 0.44 b
Harina de fibra de soya 5.7%	16.08 $\pm$ 0.10 d	16.50 $\pm$ 0.56 b
Harina de fibra de soya 9.4%	19.03 $\pm$ 0.13 a	18.80 $\pm$ 0.66 a
Harina de fibra de trigo 5.7%	16.99 $\pm$ 0.12 c	17.42 $\pm$ 0.24 b
Harina de fibra de trigo 9.4%	17.46 $\pm$ 0.11 b	17.78 $\pm$ 0.16 ab
Coeficiente de variación (%)	0.67	2.74

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

$\infty$ : No significativo entre días.

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

**Análisis sensorial de color.** Todos los tratamientos fueron evaluados en la escala de 6 correspondiente a “me gusta poco” para el atributo color con excepción del control que tuvo una calificación de “me gusta moderadamente” (Cuadro 10). Concentraciones con 9.4% de harinas de fibra fueron calificadas en la escala de “Ni me gusta ni me disgusta”. No se observó diferencia significativa a través del tiempo para ninguno de los tratamientos. La evaluación del color realizada por las personas se basa en características visuales como tonalidades rojizas, grasa visible y purga (Resurrección 2004). El color forma parte de las características de apariencia y determina la percepción de calidad que los consumidores pueden tener de un producto en general. En el caso de productos cárnicos, el consumidor evalúa y la mayoría de las ocasiones basa su decisión de compra en el parámetro color (Ngapo *et al.* 2007). La baja aceptación de los chorizos se atribuye a las diferentes reacciones de Maillard limitadas por la presencia de la fibra, productos con apariencias más secas o menos jugosas y tonalidades menos rojas y más amarillentas.

Cuadro 9. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo color de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.

Tratamiento	Color $\Phi$	
	Día 1 ( $\infty$ )	Día 28
Control/Almidón 3.3%	7.32 $\pm$ 1.33 a	7.17 $\pm$ 1.20 a
Harina de fibra de soya 5.7%	5.89 $\pm$ 1.62 bc	6.09 $\pm$ 1.55 bc
Harina de fibra de soya 9.4%	5.10 $\pm$ 1.89 d	5.46 $\pm$ 1.72 d
Harina de fibra de trigo 5.7%	6.41 $\pm$ 1.58 b	6.53 $\pm$ 1.34 b
Harina de fibra de trigo 9.4%	5.41 $\pm$ 1.74 cd	5.91 $\pm$ 1.83 cd
Coefficiente de variación (%)	24.79	23.03

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

$\infty$ : No significativo entre días (P<0.05).

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

**Olor.** Para la evaluación de olor realizada por parte de los panelistas se encontró diferencia significativa para cada tratamiento (P<0.05) siendo el tratamiento control el mejor evaluado seguido del chorizo con 5.7% de harina de fibra trigo (Cuadro 11). Los aromas que aportan las fuentes de fibra dietética pueden variar dependiendo de los compuestos volátiles presentes como butano, octanal, ácido acético, fenilacetaldehidos y decanal aportando aromas a grasa, pasto, jabón o miel desagradables en productos cárnicos (Champagne 2008). Debido a lo anterior se han establecido diferencias entre la harina de fibra de soya y de trigo, siendo la fibra de soya la que posee características que aportan sabores y olores característicos del grano (Tarté 2009). Efectivamente, los panelistas lograron captar los olores que aportan las fibras.

Cuadro 10. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo olor de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.

Tratamiento	Olor $\Phi$	
	Día 1	Día 28
Control/Almidón 3.3%	6.89 $\pm$ 1.64 aY	7.32 $\pm$ 1.17 aX
Harina de fibra de soya 5.7%	6.09 $\pm$ 1.50 bcX	6.08 $\pm$ 1.65 bcX
Harina de fibra de soya 9.4%	5.47 $\pm$ 1.80 dX	5.55 $\pm$ 1.82 cX
Harina de fibra de trigo 5.7%	6.59 $\pm$ 1.49 abX	6.49 $\pm$ 1.40 cX
Harina de fibra de trigo 9.4%	5.79 $\pm$ 1.67 cdX	6.08 $\pm$ 1.67 bcX
Coefficiente de variación (%)	23.89	23.34

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

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

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

**Sabor.** Para la variable sabor se encontró diferencia en la calificación para el sabor de todos los tratamientos excepto para la formulación con 5.7% de harina de fibra de trigo en la cual no se observó diferencia significativa con el control (Cuadro 12). Las formulaciones que contenían fibra de soya obtuvieron una calificación de “me gustan moderadamente” y “ni me gusta ni me disgusta” siendo, junto con la formulación con 9.4% de fibra de trigo, los menos aceptados por los consumidores. Los resultados concuerdan con Guerra *et al.* (2008) quienes encontraron evaluaciones de “me gusta poco” por parte de los panelistas en productos embutidos con fibra de soya en concentraciones de 2.5 y 3%. El sabor bien definido presente en la soya e identificado por los panelistas es causado por la enzima exógena llamada lipoxigenasa que se encarga de oxidar los ácidos linoleico y linolénico formando (Z),11(E)-13-hidroperoxido-9,11-ácido octadecadienoico durante el almacenamiento del grano (Iassonova *et al.* 2009).

Cuadro 11. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo sabor de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.

Tratamiento	Sabor $\Phi$	
	Día 1	Día 28
Control/Almidón 3.3%	7.23 $\pm$ 1.55 aY	7.67 $\pm$ 1.05 aX
Harina de fibra de soya 5.7%	5.88 $\pm$ 1.64 bX	6.17 $\pm$ 1.58 bcX
Harina de fibra de soya 9.4%	4.71 $\pm$ 1.96 cX	4.88 $\pm$ 1.88 dX
Harina de fibra de trigo 5.7%	6.70 $\pm$ 1.66 aX	6.56 $\pm$ 1.36 bX
Harina de fibra de trigo 9.4%	5.37 $\pm$ 1.85 bX	5.80 $\pm$ 1.65 cX
Coeficiente de variación (%)	26.82	23.23

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

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

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

**Textura.** El control y la formulación con 5.7% de harina de fibra de trigo no mostraron diferencia significativa (P>0.05) y fueron los que recibieron la calificación más alta de “me gusta moderadamente” para el atributo textura. Las formulaciones que contenían harina de fibra de soya y de trigo en 9.4% presentaron una preferencia menor en cuanto al atributo textura (Cuadro 13). Resultados similares fueron encontrados por Campagnol *et al.* (2013) quienes obtuvieron calificaciones de “me gusta poco” para el atributo textura en chorizos con 3 y 5% de fibra de soya. Esto se atribuye a que, al alcanzar la gelatinización, las proteínas cárnicas junto con la fibra agregada forman una matriz y emulsión mucho más resistente. La matriz retiene el agua y la grasa cárnica con más fuerza resultando en una percepción de dureza y poca jugosidad de los chorizos afectando la percepción de la textura en los panelistas y generando calificaciones bajas para éste atributo (Mehta *et al.* 2015).

Cuadro 12. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial de aceptación para el atributo textura de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.

Tratamiento	Textura $\Phi$	
	Día 1	Día 28
Control/Almidón 3.3%	7.34 $\pm$ 1.46 aX	7.37 $\pm$ 1.18 aX
Harina de fibra de soya 5.7%	5.63 $\pm$ 1.66 bY	6.09 $\pm$ 1.63 bX
Harina de fibra de soya 9.4%	4.78 $\pm$ 2.06 cX	4.82 $\pm$ 1.97 cX
Harina de fibra de trigo 5.7%	6.80 $\pm$ 1.56 aX	6.84 $\pm$ 1.36 aX
Harina de fibra de trigo 9.4%	5.39 $\pm$ 1.68 bY	6.01 $\pm$ 1.62 bX
Coefficiente de variación (%)	24.67	24.35

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

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

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

**Aceptación general.** Todos los tratamientos fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) en la calificación para la aceptación general de los chorizos siendo los menos aceptados aquellos con harina de fibra de soya y la formulación con 9.4% de harina de fibra de trigo (Cuadro 14). La formulación de chorizo parrillero de Zamorano (control) presentó la mayor aceptación general entre todos los tratamientos, seguido por el tratamiento con 5.7% de harina fibra de trigo el cual no mostró diferencia significativa con los chorizos con 5.4% de harina de fibra de soya al día 28. La aceptación general de los chorizos fue afectada por cada uno de los atributos evaluados siendo los más importantes el sabor ( $r = 0.87$ ,  $P < 0.05$ ) y la textura ( $r = 0.87$ ,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 13. Promedios y desviación estándar de las calificaciones del análisis sensorial para la aceptación general de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada, a través del tiempo.

Tratamiento	Aceptación general $\Phi$	
	Día 1 ( $\infty$ )	Día 28
Control/Almidón 3.3%	7.36 $\pm$ 1.47 a	7.66 $\pm$ 0.97 a
Harina de fibra de soya 5.7%	5.89 $\pm$ 1.51 c	6.15 $\pm$ 1.62 bc
Harina de fibra de soya 9.4%	5.00 $\pm$ 1.89 d	5.03 $\pm$ 1.80 d
Harina de fibra de trigo 5.7%	6.76 $\pm$ 1.38 b	6.63 $\pm$ 1.31 b
Harina de fibra de trigo 9.4%	5.68 $\pm$ 1.56 c	6.03 $\pm$ 1.63 c
Coefficiente de variación (%)	22.45	22.49

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

$\infty$ : No significativo entre días ( $P > 0.05$ ).

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

**Preferencia.** El análisis de preferencia mostró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos donde el control representó aproximadamente el 60% de la preferencia por los

consumidores (Figura 6). El tratamiento con 5.7% de harina de fibra de trigo fue el segundo preferido por los consumidores atribuyendo éste resultado a los parámetros de aceptación que presentó dicho tratamiento. Los resultados a través del tiempo mostraron estabilidad.



Figura 6. Frecuencia de la preferencia, por partes de consumidores no entrenados, para chorizos parrilleros con harina de fibra de trigo o de soya adicionada al 5.7 y 9.4%, medida a través del tiempo.

**Análisis de costos variables.** En el análisis de costos variables se pudo observar que la sustitución del almidón y carne por harina de fibra de soya ayuda a reducir los costos variables (Cuadro 15). Chorizos con harina de fibra de trigo aumentan los costos variables de producción. La reducción de costos ayudaría a brindar un producto más barato y da la oportunidad de iniciar de manera competente en un mercado no conocedor. El uso de concentraciones de 9.4% de harinas de fibra aumenta los costos. Sin embargo, mediante el uso de estrategias de mercadeo y declarando los chorizos como un producto más saludable podría brindar valor que podría ser percibido por el cliente final.

Cuadro 14. Costos variables de las diferentes formulaciones de chorizos parrilleros con harina de fibra de soya o de trigo adicionada al 5.7 y 9.4%.

Ingrediente	Costo (Lempiras por libra)				
	C/A3.3%	HFS5.7%	HFS9.4%	HFT5.7%	HFT9.4%
Ingredientes cárnicos	27.15	26.33	25.02	26.33	25.02
Especias y aditivos	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17
Almidón de yuca	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
Harina de fibra de soya	0.00	1.31	2.18	0.00	0.00
Harina de fibra de trigo	0.00	0.00	0.00	1.75	2.91
<b>Total</b>	<b>30.94</b>	<b>30.81</b>	<b>30.37</b>	<b>31.25</b>	<b>31.10</b>

C/A: Control/Almidón; HFS: Harina de fibra de soya; HFT: Harina de fibra de trigo.

## 4. CONCLUSIONES

- Formular chorizos parrilleros con 5.7% de fibra agregada de soya o trigo cumplen con los requerimientos de “Fuente de fibra” en Centroamérica pero sensorialmente son menos aceptados en comparación con la formulación con 3.3% de almidón de yuca. Las formulaciones con 9.4% de fibra de soya o de trigo, necesaria para poder realizar la declaración de “Fuente de fibra” en Estados Unidos, reducen la aceptación sensorial de los consumidores en relación al chorizo con 3.3% de almidón
- No hay reducción en rendimiento de cocción con la sustitución de almidón por fibra de trigo, contrario a la fibra de soya que si presenta rendimientos menores. El uso de harina de fibra de soya y fibra de trigo reduce la purga a partir del día 10 pero no tienen efecto sobre el crecimiento de mesófilos y coliformes totales al final de 28. Además, incrementan la firmeza en los chorizos. Las tonalidades rojas se ven reducidas con el uso de fibra y las tonalidades amarillas aumentan. Tonos blancos dependerán de la fibra utilizada.
- La harina de fibra de soya es menos aceptada en los atributos de sabor y textura que la de trigo, aunque a través del tiempo la aceptación general de una adición de 5.7% de fibra es igual, indistintamente de la fuente.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Continuar los estudios con 5.7% de harina de fibra de soya y trigo, utilizando diferentes niveles de agua y especias para mejorar los atributos sensoriales de los chorizos y así poder utilizar estas harinas como fuente de fibra.
- Realizar un análisis de actividad de agua de los chorizos con fibra para una mejor estimación de su vida útil.
- Realizar un estudio de calorimetría de los chorizos para determinar el efecto de la adición de fibra sobre el aporte calórico de los mismos.

## 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.

[AMI] American Meat Institute. 2013. *Processed Meats: Convenience, nutrition, taste*. Connecticut ave., Washington DC: American Meat Institute; [consultado 2016 Sep 24]. [www.meatinstitute.org](http://www.meatinstitute.org).

Anderson JW, Baird P, Davis RH JR, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, Waters V, Williams CL. 2009. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev*. 67(4):188–205. eng. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x.

Arashisar S, Hisar O, Kaya M, Yanik T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Int J Food Microbiol*. 97(2):209–214. eng. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024.

Bajorek SA, Morello CM. 2010. Effects of dietary fiber and low glycemic index diet on glucose control in subjects with type 2 diabetes mellitus. *Ann Pharmacother*. 44(11):1786–1792. eng. doi:10.1345/aph.1P347.

Baranyi J, Roberts TA. 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int J Food Microbiol*. 23(3-4):277–294. doi:10.1016/0168-1605(94)90157-0.

Blasco C, Soriano JM. 2006. *Nutrición básica humana*. València: Universitat de València. 421 p. (Educació / Universitat de València. Materials; vol. 91). ISBN: 9788437065465.

Bozkurt H, Erkmén O. 2004. Effect of nitrate/nitrite on the quality of sausage (sucuk) during ripening and storage. *J. Sci. Food Agric*. 84(3):279–286. doi:10.1002/jsfa.1638.

Brewer MS, McKeith F, Martin SE, Dallmier AW, Meyer J. 1991. Sodium Lactate Effects on Shelf-Life, Sensory, and Physical Characteristics of Fresh Pork Sausage. *J Food Science*. 56(5):1176–1178. doi:10.1111/j.1365-2621.1991.tb04727.x.

Campagnol PCB, Dos Santos BA, Wagner R, Terra NN, Pollonio MAR. 2013. The Effect of Soy Fiber Addition on the Quality of Fermented Sausages at Low-Fat Content. *J Food Qual*. 36(1):41–50. doi:10.1111/jfq.12013.

Champagne ET. 2008. Rice Aroma and Flavor: A Literature Review. *Cereal Chemistry*. 85(4):445–454. doi:10.1094/CCHEM-85-4-0445.

Cho S, Almeida N. 2012. Dietary fiber and health. Boca Raton, Fla.: CRC; London: Taylor & Francis [distribuidor]. ISBN: 978-1-4398-9937-3.

Choi J-H, Jeong J-Y, Han D-J, Choi Y-S, Kim H-Y, Lee M-A, Lee E-S, Paik H-D, Kim C-J. 2008. Effects of pork/beef levels and various casings on quality properties of semi-dried jerky. *Meat Sci.* 80(2):278–286. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2007.11.028.

Choi Y-S, Choi J-H, Han D-J, Kim H-Y, Lee M-A, Jeong J-Y, Chung H-J, Kim C-J. 2010. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Sci.* 84(3):557–563. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2009.10.012.

Choi Y-S, Choi J-H, Han D-J, Kim H-Y, Lee M-A, Kim H-W, Jeong J-Y, Kim C-J. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Sci.* 82(2):266–271. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2009.01.019.

Choi Y-S, Choi J-H, Han D-J, Kim H-Y, Lee M-A, Kim H-W, Lee C-H, Paik H-D, Kim C-J. 2009. Physicochemical and Sensory Characterization of Korean Blood Sausage with Added Rice Bran Fiber. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources.* 29(2):260–268. doi:10.5851/kosfa.2009.29.2.260.

Choi Y-S, Jeong J-Y, Choi J-H, Han D-J, Kim H-Y, Lee M-A, Shim S-Y, Paik H-D, Kim C-J. 2007. Quality Characteristics of Meat Batters Containing Dietary Fiber Extracted from Rice Bran. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources.* 27(2):228–234. doi:10.5851/kosfa.2007.27.2.228.

[CIAP] Centro de información y actividades porcinas. 2014. Guía nutricional acerca de las propiedades del chorizo. Caracas, Venezuela: Centro de información de actividades porcinas; [consultado 2016 Sep 24]. [www.ciap.org.ar](http://www.ciap.org.ar).

Code of Federal Regulations Title 21. 21CFR101.12. FDA (2015).

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.

[e-CFR] Electronic Code of Federal Regulations. 2016. Title 21: Food and Drugs: Part 101 - Food Labeling. Estados Unidos: FDA. [www.ecfr.gov](http://www.ecfr.gov).

[EFSA] European Food Safety Authority. 2011. Digestive health benefits. 9th ed. Europa: EFSA Journal.

Eim VS, Simal S, Rossello C, Femenia A. 2008. Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Sci.* 80(2):173–182. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2007.11.017.

El Khoury D, Cuda C, Luhovyy BL, Anderson GH. 2012. Beta glucan: health benefits in obesity and metabolic syndrome. *J Nutr Metab.* 2012:851362. eng. doi:10.1155/2012/851362.

[EUR-Lex] Parlamento europeo y el consejo de la Unión Europea. 2006. Reglamento relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos: Reglamento (CE) N° 1924/2006. Europa. 9-25; [consultado 2016 Sep 24]. eur-lex.europa.eu.

Flores EA, Burciaga AA, Soriano TC, Alonso NM, Ramírez BP. 2005. Uso de fibra de avena y trigo en salchicha viena evaluando nivel de agrado y perfil de textura. Durango, México: Universidad de Ciencias Químicas; [consultado 2016 Oct 2]. www.respyn.uanl.mx.

Freixanet L. 2008. Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero.: Fibra. *Metalquimia: Metalquimia*; [consultado 2016 Sep 24]. es.metalquimia.com.

García-Jiménez JL, Alandí-Palanca M, García B, Hernández de Luján S. 2008. Aditivos alimentarios: Los grandes desconocidos. Madrid España: Mercasa; [consultado 2016 Sep 24]. www.mercasa.es.

Gok V, 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.

Gonzáles-Gonzáles N. 2016. Trabajo bibliográfico y experimental sobre nuevos aditivos con capacidad humectante en productos cárnicos: guisante y zanahoria. Coruña, España: Universidade da Coruña. ruc.udc.es.

Guerra MA, Pérez D, Fernández M, Hernández U, Beldarraín T, de Hombre R, Frómeta Z, Rodríguez K. 2008. Productos cárnicos con fibra de soya: una alternativa para la población celíaca. *Journal of Food Science and Technology*; [accessed 2016 Sep 25]. 18(3):40–45. www.oceandocs.org.

Heo C, Kim H-W, Choi Y-S, Kim C-J, Paik H-D. 2009. Shelf-life Estimation of Frankfurter Sausage Containing Dietary Fiber from Rice Bran Using Predictive Modeling. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources.* 29(1):47–54. doi:10.5851/kosfa.2009.29.1.47.

Honikel K-O. 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci.* 78(1-2):68–76. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2007.05.030.

Iassonova DR, Johnson LA, Hammond EG, Beattie SE. 2009. Evidence of an Enzymatic Source of Off Flavors in “Lipoxygenase-Null” Soybeans. *J Am Oil Chem Soc.* 86(1):59–64. doi:10.1007/s11746-008-1314-y.

Jeffords JM. 2016. The causes of obesity [Reporte]. Vermont, US: Universidad de Vermont. www.yvm.edu.

- Kim H-W, Choi Y-S, Choi J-H, Han D-J, Kim H-Y, Hwang K-E, Song D-H, Kim C-J. 2011. Effects of Rice Bran Fiber on Changes in the Quality Characteristics of Raw Ground Pork during Chilled Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 31(3):339–348. doi:10.5851/kosfa.2011.31.3.339.
- Kim T-H, Choi Y-S, Choi J-H, Han D-J, Kim H-Y, Lee M-A, Shim S-Y, Paik H-D, Kim C-J. 2010. Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Semi-dried Pork Jerky with Rice Bran Fiber. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 30(6):966–974. doi:10.5851/kosfa.2010.30.6.966.
- 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.
- Lee MA, Han DJ, Jeong JY, Choi JH, Choi YS, Kim HY, Paik H-D, Kim CJ. 2008. Effect of kimchi powder level and drying methods on quality characteristics of breakfast sausage. *Meat Sci*. 80(3):708–714. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2008.03.010.
- Liu K. 1997. Chemistry and Nutritional Value of Soybean Components. In: Liu K, editor. *Soybeans*. Boston, MA: Springer US. p. 25–113.
- Martínez L, Djenane D, Cilla I, Beltrán JA, Roncalés P. 2006. Effect of varying oxygen concentrations on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*. 94(2):219–225. doi:10.1016/j.foodchem.2004.11.007.
- Matos-Chamorro A, Chambilla-Mamani E. 2010. Evaluación de las propiedades funcionales de la fibra insoluble extraída a partir de las hojas del nabo (*Brassica rapa L.*). *Rev. de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*; [consultado 2016 Sep 27]. 1(1):43–50. [revistascientificas.upeu.edu.pe](http://revistascientificas.upeu.edu.pe).
- 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.
- Moore VJ, Gill CO. 2011. The pH and display life of chilled lamb after prolonged storage under vacuum or under CO<sub>2</sub>. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 30(4):449–452. doi:10.1080/00288233.1987.10417956.
- 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.
- [NHDSC] National Hot Dog and Sausage Council. 2015. Consumption Stats: Dinner Sausage. Connecticut ave., Washington DC: National Hot Dog and Sausage Council; [consultado 2016 Sep 24]. [www.hot-dog.org](http://www.hot-dog.org).

[NOM] Norma Oficial Mexicana. 2010. Límites máximos permisibles para cárnicos: Microbiológicos NOM 213-SSA1-2002. Estados Unidos Mexicanos: Secretaría de Salud. [www.salud.gob.mx](http://www.salud.gob.mx).

Olmedilla-Alonso B, Jimenez-Colmenero F, Sanchez-Muniz FJ. 2013. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Sci.* 95(4):919–930. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2013.03.030.

[OMS] Organización Mundial de la Salud. 2016. Obesidad y sobrepeso: Nota descriptiva N° 311. Organización Mundial de la Salud. [www.who.int](http://www.who.int).

Papathanasopoulos A, Camilleri M. 2010. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology.* 138(1):65-72.e1-2. eng. doi:10.1053/j.gastro.2009.11.045.

Pietrasik Z, Janz J. 2010. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International.* 43(2):602–608. doi:10.1016/j.foodres.2009.07.017.

Post RE, Mainous AG3, King DE, Simpson KN. 2012. Dietary fiber for the treatment of type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *J Am Board Fam Med.* 25(1):16–23. eng. doi:10.3122/jabfm.2012.01.110148.

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.

Robertson GL. 2012. *Food Packaging: Principles and Practice*, Third Edition. 3rd ed. Hoboken: CRC Press. 1 online resource (719). ISBN: 978-1-4398-6242-1.

[RTCA] Reglamento Técnico Centroamericano. 2009. RTCA 67.04.50:08. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. 243-2009. Centroamérica: Secretaría de Salud; [consultado 2016 Oct 2]. [www.ccit.hn](http://www.ccit.hn).

Santhi D, Kalaikannan A, Sureshkumar S. 2015. Factors Influencing Meat Emulsion Properties and Product Texture: A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 0. ENG. doi:10.1080/10408398.2013.858027.

Savadkoohi S, Hoogenkamp H, Shamsi K, Farahnaky A. 2014. Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. *Meat Sci.* 97(4):410–418. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2014.03.017.

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.

Sayas-Barberá E, Viuda-Martos M, Fernández-López F, Pérez-Alvarez JA, Sendra E. 2012. Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage ‘Longaniza de Pascua’. *Food Control.* 27(2):343–350. doi:10.1016/j.foodcont.2012.04.009.

- Shurtleff W, Aoyagi A. 2013. History of soy fiber and dietary fiber (1621 to 2013): Extensively annotated bibliography and sourcebook. Lafayette, CA: Soyinfo Center. 1 online resource (832). ISBN: 9781928914563.
- Slavin JL. 2008. Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *J Am Diet Assoc.* 108(10):1716–1731. doi:10.1016/j.jada.2008.08.007.
- 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. *Annu Rev Food Sci Technol.* 4:79–99. eng. doi:10.1146/annurev-food-030212-182623.
- Talukder S, Sharma DP. 2010. Development of dietary fiber rich chicken meat patties using wheat and oat bran. *Journal of Food Science and Technology.* 47(2):224–229. eng. doi:10.1007/s13197-010-0027-z.
- Tarté R. 2009. *Ingredients in Meat Products*. New York, NY: Springer New York. ISBN: 978-0-387-71326-7.
- Urgilez-Sigüenza JD. 2014. Evaluación de las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de un salami cocido y acidificado, bajo en grasa y fuente de fibra dietética adicionada. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado 2016 Oct 2]. [bdigital.zamorano.edu](http://bdigital.zamorano.edu).
- [USDA] U.S. Department of Agriculture. 2013. Agricultural Research service. 2013: What we eat in America. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture; [consultado 2016 Oct 8]. [www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/fsrg](http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/fsrg).
- [USDA] U.S. Department of Agriculture. 2016. 45082760, pork sausage made with pork. Estados Unidos: U.S. Department of Agriculture. UPC: 01111097296; [consultado 2016 Sep 25]. [ndb.nal.usda.gov](http://ndb.nal.usda.gov).
- Watson RR, Preedy VR, Zibadi S, editors. 2014. *Wheat and rice in disease prevention and health: Benefits, risks, and mechanisms of whole grains in health promotion*. Amsterdam: Elsevier/Academic Press. xviii, 557 pages, 16 unnumbered pages of plates. ISBN: 978-0-12-401716-0.
- Wiklund E, Kemp RM, leRoux GJ, Li Y, Wu G. 2010. Spray chilling of deer carcasses--effects on carcass weight, meat moisture content, purge and microbiological quality. *Meat Sci.* 86(4):926–930. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2010.07.018.
- Yang H-S, Kim G-D, Choi S-G, Joo S-T. 2010. Physical and Sensory Properties of Low Fat Sausage Amended with Hydrated Oatmeal and Various Meats. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources.* 30(3):365–372. doi:10.5851/kosfa.2010.30.3.365.

Yanniotis S, Petraki A, Soumpasi E. 2007. Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornstarch. *Journal of Food Engineering*. 80(2):594–599. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.06.018.

Yılmaz I. 2005. Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. *Journal of Food Engineering*. 69(3):369–373. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.08.028.

Zayas JF. 1997. *Functionality of Proteins in Food*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint; Springer. 1 online resource (x, 373). ISBN: 978-3-642-63856-5.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Reclamos a la salud relacionados con fibra, aprobados por la FDA en Estados Unidos, la EFSA en Europa y el Reglamento Técnico Centroamericano.

<b>Reclamo nutricional</b>	<b>Tipo de fibra</b>	<b>Modelo de declaración</b>
Fibra agregada	Todo tipo	FDA – 101.34(e): productos cuya fibra agregada aporte el 10% del requerimiento diario por la cantidad de referencia generalmente consumida (RACC).
	Todo tipo	EFSA: la fibra agregada deberá aportar 3 g de fibra por cada 100 g del producto.
	Todo tipo	RTCA 67.04.60:10: la fibra agregada deberá aportar 2.5 g de fibra por cada 100 g del producto.
Reduce el riesgo de cáncer	Granos, frutas y vegetales que contengan fibra.	FDA - 101.76: dietas ricas en fibras reducen el riesgo de cáncer y enfermedades asociadas.
Reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares	Frutas, vegetales y granos que contengan fibra, particularmente fibra soluble.	FDA - 101.77: dietas bajas en grasas saturadas y colesterol y ricas en productos con fibra reducen el riesgo de enfermedades coronarias.
	Fibra soluble (de avena y/o linaza).	FDA - 101.81: fibras solubles y dietas bajas en colesterol reducen el riesgo de enfermedades coronarias.
Reduce el nivel de glucosa en la sangre	Arabinoxilano producido desde el endospermo del trigo.	EFSA - 432/2012: reduce la respuesta glucémica postprandial.
Aumento en el tránsito intestinal	Fibra de trigo.	EFSA - 432/2012: reduce el tiempo del tránsito intestinal.
	Fibra de cebada.	EFSA - 432/2012: usado en productos que aporten 6 g por cada 100 g de producto.
	Fibra de avena.	EFSA - 243/2012: reduce la sensación de hambre.
Ayuda a buen funcionamiento del intestino	Fibra de centeno.	EFSA - 432/2012: normaliza el tránsito intestinal.

Fuente: e-CFR 2016; EUR-Lex 2006; RTCA 2009.

**Anexo 2.** Boleta de evaluación sensorial de aceptación y preferencia

**Sensorial “Chorizo Parrillero Zamorano”**

Fecha:

**Instrucciones**

A continuación se le presentarán cinco muestras codificadas de Chorizo, galleta soda y un vaso con agua. Limpie su paladar con la galleta y el agua antes y después de cada muestra. Por favor evalúe las muestras de izquierda a derecha en los diferentes atributos presentados y marque con una “X” de acuerdo a su evaluación.

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 disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Código de la muestra: \_\_\_\_\_

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

Indique su muestra favorita:

1. \_\_\_\_\_

**¡Gracias!**



**Anexo 3. Análisis de correlación para chorizos parrilleros con fibra de trigo.**

	Día	Fibra trigo	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación	pH	Purga	Fuerza	L*	a*	b*
Día	1	0	0.09	0.032	0.041	0.098	0.036	0.958	0.669	-0.678	0.286	0.319	0.599
		1	0.073	0.528	0.415	0.05	0.473	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Fibra de trigo	0	1	-0.24	-0.191	-0.302	-0.335	-0.273	0.104	-0.624	0.482	-0.842	-0.704	0.669
	1		<.0001	0	<.0001	<.0001	<.0001	0.038	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Color	0.09	-0.24	1	0.785	0.64	0.62	0.745	0.04	0.222	-0.244	0.213	0.245	-0.099
	0.073	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.426	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.049
Olor	0.032	-0.191	0.785	1	0.668	0.639	0.764	-0.001	0.152	-0.159	0.169	0.159	-0.118
	0.528	0	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	0.992	0.002	0.002	0.001	0.002	0.019
Sabor	0.041	-0.302	0.64	0.668	1	0.806	0.863	0.022	0.23	-0.201	0.28	0.212	-0.189
	0.415	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	0.665	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0
Textura	0.098	-0.335	0.62	0.639	0.806	1	0.844	0.072	0.28	-0.261	0.312	0.277	-0.164
	0.05	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	0.151	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.001
Acept.	0.036	-0.273	0.745	0.764	0.863	0.844	1	0.013	0.205	-0.194	0.247	0.208	-0.164
	0.473	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.804	<.0001	0	<.0001	<.0001	0.001
pH	0.958	0.104	0.04	-0.001	0.022	0.072	0.013	1	0.585	-0.561	0.25	0.142	0.627
	<.0001	0.038	0.426	0.992	0.665	0.151	0.804		<.0001	<.0001	<.0001	0.005	<.0001
Purga	0.669	-0.624	0.222	0.152	0.23	0.28	0.205	0.585	1	-0.776	0.7	0.498	-0.056
	<.0001	<.0001	<.0001	0.002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	0.269
Fuerza	-0.678	0.482	-0.244	-0.159	-0.201	-0.261	-0.194	-0.561	-0.776	1	-0.586	-0.715	-0.077
	<.0001	<.0001	<.0001	0.002	<.0001	<.0001	0	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	0.127
L*	0.286	-0.842	0.213	0.169	0.28	0.312	0.247	0.25	0.7	-0.586	1	0.579	-0.52
	<.0001	<.0001	<.0001	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
a*	0.319	-0.704	0.245	0.159	0.212	0.277	0.208	0.142	0.498	-0.715	0.579	1	-0.173
	<.0001	<.0001	<.0001	0.002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.001
b*	0.599	0.669	-0.099	-0.118	-0.189	-0.164	-0.164	0.627	-0.056	-0.077	-0.52	-0.173	1
	<.0001	<.0001	0.049	0.019	0	0.001	0.001	<.0001	0.269	0.127	<.0001	0.001	

**Anexo 4. Análisis de correlación para chorizos parrilleros con fibra de soya.**

	Día	Fibra de soya	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación	pH	Purga	Fuerza	L*	a*	b*
Día	1	0	0.082	0.01	0.062	0.065	0.041	0.945	0.746	-0.7	0.102	0.034	0.036
		1	0.105	0.838	0.218	0.199	0.414	<.0001	<.0001	<.0001	0.042	0.503	0.477
Fibra de soya	0	1	-0.204	-0.166	-0.329	-0.276	-0.283	-0.083	-0.624	0.671	0.38	0.599	0.957
	1		<.0001	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	0.101	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Color	0.082	-0.204	1	0.748	0.566	0.569	0.673	0.091	0.177	-0.186	-0.045	-0.127	-0.191
	0.105	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.072	0	0.375	0.012	0	
Olor	0.01	-0.166	0.748	1	0.635	0.618	0.718	0.027	0.097	-0.106	-0.072	-0.1	-0.164
	0.838	0.001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	0.592	0.053	0.034	0.152	0.047	0.001
Sabor	0.062	-0.329	0.566	0.635	1	0.81	0.871	0.078	0.226	-0.258	-0.145	-0.173	-0.304
	0.218	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	0.122	<.0001	<.0001	0.004	0.001	<.0001
Textura	0.065	-0.276	0.569	0.618	0.81	1	0.871	0.069	0.198	-0.231	-0.076	-0.179	-0.258
	0.199	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	0.172	<.0001	<.0001	0.129	0	<.0001
Acept.	0.041	-0.283	0.673	0.718	0.871	0.871	1	0.052	0.18	-0.21	-0.124	-0.138	-0.265
	0.414	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.299	0	<.0001	0.013	0.006	<.0001
pH	0.945	-0.083	0.091	0.027	0.078	0.069	0.052	1	0.765	-0.671	-0.012	0.055	-0.015
	<.0001	0.101	0.072	0.592	0.122	0.172	0.299		<.0001	<.0001	0.816	0.278	0.77
Purga	0.746	-0.624	0.177	0.097	0.226	0.198	0.18	0.765	1	-0.952	-0.078	-0.454	-0.581
	<.0001	<.0001	0	0.053	<.0001	<.0001	0	<.0001		<.0001	0.12	<.0001	<.0001
Fuerza	-0.7	0.671	-0.186	-0.106	-0.258	-0.231	-0.21	-0.671	-0.952	1	0.121	0.451	0.611
	<.0001	<.0001	0	0.034	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.016	<.0001	<.0001
L*	0.102	0.38	-0.045	-0.072	-0.145	-0.076	-0.124	-0.012	-0.078	0.121	1	-0.304	0.394
	0.042	<.0001	0.375	0.152	0.004	0.129	0.013	0.816	0.12	0.016		<.0001	<.0001
a*	0.034	0.599	-0.127	-0.1	-0.173	-0.179	-0.138	0.055	-0.454	0.451	-0.304	1	0.671
	0.503	<.0001	0.012	0.047	0.001	0	0.006	0.278	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
b*	0.036	0.957	-0.191	-0.164	-0.304	-0.258	-0.265	-0.015	-0.581	0.611	0.394	0.671	1
	0.477	<.0001	0	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	0.77	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

**Anexo 5.** Caracterización del color de las harinas de fibra de trigo y de soya.

<p>Harina de fibra de trigo</p> 	<b>Valor</b>	<b>En seco</b>	<b>En húmedo</b>
	<b>L*</b>	86.7 ± 0.1	69.8 ± 0.1
	<b>a*</b>	0.5 ± 0.3	3.2 ± 0.1
	<b>b*</b>	11.4 ± 0.2	22.6 ± 0.1
<p>Harina de fibra de soya</p> 	<b>Valor</b>	<b>En seco</b>	<b>En húmedo</b>
	<b>L*</b>	61.3 ± 2.2	43.9 ± 0.4
	<b>a*</b>	8.0 ± 0.8	11.7 ± 0.1
	<b>b*</b>	21.5 ± 0.4	25.4 ± 0.3