

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



Proyecto Especial de Graduación

Desarrollo de un chorizo cocido más sostenible y nutricionalmente funcional por medio de la disminución de carne de res por harina de fibra de arveja

Estudiante

Esther Anahi Melgar Sorto

Asesores

Adela Acosta, D.Sc.

Raúl Espinal, Ph.D.

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Agradecimientos

Agradezco a la empresa SACIA (Sazonares y Complementos para la Industria Cárnica) por brindarme el extensor de fibra de arveja para realizar mi investigación.

Contenido

Agradecimientos	3
Contenido	4
Índice de Cuadros	6
Índice de Figura.....	8
Resumen	9
Abstract	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos	13
Localización.....	13
Materia Prima	13
Equipo.....	Error! Bookmark not defined.
Preparación.....	14
Diseño Experimental	15
Análisis Físicos.....	15
Textura.....	16
Color	16
Medición de purga	16
Potencial de hidrógeno (pH)	16
Rendimiento de cocción.	16
Análisis Microbiológicos.....	17
Coliformes Totales	17
Bacterias Mesófilas Aerobias	17
Análisis Sensorial	17
Resultados y Discusión.....	19

Textura.....	19
Color	20
Escala L.....	20
Escala a	20
Escala b	21
Medición de Purga	22
Rendimiento de Cocción	23
Análisis Microbiológicos.....	24
Coliformes Totales	24
Bacterias Mesófilas Aerobias	24
pH	25
Análisis Sensorial	26
Color y Aroma	26
Sabor.....	27
Textura.....	28
Acidez y Aceptación General.....	29
Preferencia	30
Conclusiones.....	32
Recomendaciones.....	33
Referencias	34

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulación para chorizo cocido.....	14
Cuadro 2 Descripción de los tratamientos utilizados para la sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.....	15
Cuadro 3 Promedios y desviación estándar de la fuerza de corte (Newton) de chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.....	19
Cuadro 4 Promedios y desviación estándar del valor L para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	20
Cuadro 5 Promedios y desviación estándar del valor a para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	21
Cuadro 6 Promedios y desviación estándar del valor b para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	22
Cuadro 7 Promedios y desviación estándar de medición de purga para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.....	23
Cuadro 8 Promedios y desviación estándar del rendimiento de cocción para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.....	24
Cuadro 9 Promedios y desviación estándar para conteo de bacterias mesófilas aerobias para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	25
Cuadro 10 Promedios y desviación estándar para pH para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	26
Cuadro 11 Promedios y desviación estándar del atributo de color y aroma del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	27
Cuadro 12 Promedios y desviación estándar del atributo de sabor del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	28

Cuadro 13 Promedios y desviación estándar del atributo de textura del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	29
Cuadro 14 Promedios y desviación estándar del atributo de acidez y aceptación general del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.	30

Índice de Figura

Figura 1 Frecuencia de preferencia por parte de los consumidores para el chorizo cocido con adición de fibra de arveja hidrata.....	31
---	----

Resumen

Actualmente, se tiene suficiente información para evidenciar el impacto que la producción de alimentos tiene sobre el medio ambiente, en específico la carne de res, por ello se busca un mayor consumo de proteínas vegetales. Las leguminosas, como las arvejas, son una fuente alternativa de proteína por su alto nivel de esta y su alto contenido de fibra y baja en grasa. El chorizo cocido es un producto cárnico nutritivo elaborado a partir de carne de res, cerdo y especias, en algunas ocasiones se les agregan extensores para volver un producto sostenible, mejorar propiedades funcionales o disminuir costos. Aquellos con poca o ninguna fibra se favorecen de la inclusión de extensores altos en la misma. El objetivo del estudio fue desarrollar un chorizo cocido con fibra de arveja como extensor y determinar sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Se elaboraron cuatro tratamientos con 0, 5.01, 7.62 y 10.02% de adición de fibra de arveja hidratada. Al agregar fibra de arveja hidratada se disminuyó la fuerza de corte, no hubo efecto en color, purga, rendimiento de cocción ni en los parámetros microbiológicos. Hubo un incremento en el pH a medida se agregaba fibra de arveja hidratada. La aceptación de los chorizos fue positiva en los parámetros de textura y sabor. El tratamiento con mayor adición de fibra de arveja presentó la mayor aceptación y preferencia. La fibra de arveja aumenta la fibra total del chorizo mejorando su funcionalidad nutricional y al reducir el contenido de carne de res mejora su sostenibilidad.

Palabras clave: Extensor, fibra hidratada, sustitución de carne de res.

Abstract

Currently, there is enough information to show the impact that food production has on the environment, specifically beef, which is why a greater consumption of vegetable proteins is sought. Legumes, such as peas, are an alternative source of protein due to their high level of protein and their high fiber and low-fat content. Cooked sausage is a nutritious meat product made from beef, pork, and spices, sometimes extenders are added to make it a sustainable product, improve functional properties or reduce costs. Those with little or no fiber favor the inclusion of high extenders in it. The objective of the study was to develop cooked sausage with pea fiber as an extender and to determine its physicochemical, microbiological, and sensory characteristics. Four treatments were made with 0, 5.01, 7.62 and 10.02% addition of pea fiber. By adding hydrated pea fiber, the cutting force was decreased, there was no effect on color, purge, cooking performance, or on the microbiological parameters. There was an increase in pH as hydrated pea fiber was added. The acceptance of the sausages was positive in texture and flavor. The treatment with the highest addition of pea fiber presented the highest acceptance and preference. The pea fiber increases the total fiber of the sausage improving its nutritional functionality and reducing the content of beef improves its sustainability.

Keywords: Beef substitution, extender, fiber.

Introducción

En relación con la producción de alimentos, las proteínas obtenidas de fuentes animales representan una mayor huella ecológica con un impacto negativo para los recursos ambientales (Quesada y Gomez 2019). Es necesario conducir a la población hacia un mayor consumo de proteínas de origen vegetal, asegurando combinaciones que permitan alcanzar las recomendaciones nutricionales (Quesada y Gomez 2019). Actualmente, se tiene suficiente información para evidenciar el impacto que la producción de alimentos tiene sobre el medio ambiente, por lo que es importante aumentar una dieta sostenible para asegurar un buen uso de los recursos. La producción de carne de res ejerce una presión creciente en la degradación de las tierras de pastoreo, escasez en recursos hídricos, recursos forrajeros limitados (FAO 2014), es por ello que se busca reducir el consumo de carne de res mediante otras opciones como ser fibras o proteínas vegetales, las cuales representan menos emisiones de carbono en el medio ambiente.

En la actualidad, se utilizan materias primas no cárnicas como un sustituto proteico que pueda ampliar la cantidad de proteína a utilizar siendo esta funcional en el producto, a estas materias se le llaman extensores. Los extensores tienen muchas propiedades como ser la emulsificación de grasas, retención del agua, aportadores de fibra, entre otros. Entre las fibras más utilizadas en la industria cárnica se encuentran: naranja, remolacha, el trigo, la avena y los guisantes (García et al. 2002).

En la industria cárnica, además, la materia prima es una proporción que representa una cantidad considerable del costo total de la producción, es por ello se busca utilizar diferentes formulaciones y opciones de materia prima para disminuir los costos. Es importante no poner en juego la calidad, textura y sabor de la carne o el producto cárnico.

En los últimos años una de las fibras que más ha sido estudiada es la fibra de arveja (*Pisum sativum L.*). La fibra dietética es definida como la suma de polisacáridos y lignina que no son digeridos por las secreciones endógenas del tracto gastrointestinal humano (Talukder 2015). El uso de esta fibra en productos cárnicos ha sido investigado por sus características y propiedades (facilidad de

dispersión en agua y aceite, capacidad de absorción de líquidos, fácil adherencia a la fibra de especias y esencias, sabor neutro e inodoro). Esta fibra ofrece beneficios tanto tecnológicos como a la salud humana, los productos alimenticios que contienen un mayor proporción de fibra dietética son conocidos por reducir el riesgo de cáncer de colon, obesidad, enfermedades cardiovasculares así como otros trastornos (Talukder 2015). La carne contiene altos contenidos de ácidos grasos saturados y colesterol por lo que ha sido catalogado como un problema para la salud de consumidores, por lo que, la industria busca utilizar la fibra dietética como un sustituto parcial de grasa en productos cárnicos. Cabe mencionar que la fibra de arveja es libre del contenido de lactosa y de gluten lo que se vuelve una gran opción a diferencia de los extensores lácteos o de trigo que son extensores comúnmente utilizados en la industria cárnica.

El chorizo cocido es un producto cárnico elaborado a partir de carne de res, cerdo y especias (Landaverde Tejada 2008), molido y mezclado, la cual pasa a un proceso de embutido en una tripa de colágeno o natural. Los consumidores prefieren los alimentos no solo por su sabor, sino también deben ser atractivos, seguros y saludables (Cobos et al. 2014), es por ello, que la industria ha realizado modificaciones en las formulaciones para ofrecer mayor fibra, proteína, además de ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes. Por lo que, en este estudio se pretende evaluar los efectos en las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas al utilizar la fibra de arveja como extensor en un chorizo cocido, reemplazando grasa de res por fibra, produciendo un chorizo más saludable y con menor carne de res, por ende, más sostenible. Los objetivos de la presente investigación fueron:

Desarrollar un chorizo cocido sustituyendo un porcentaje de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Determinar el efecto de la adición de fibra de arveja hidratada en la purga, pH, parámetros microbiológicos, en el rendimiento de cocción, fuerza de corte y el color de los tratamientos.

Determinar sensorialmente la aceptación del consumidor a los distintos tratamientos y el tratamiento preferido.

Materiales y Métodos

Localización

El estudio se llevó a cabo en la Planta de Cárnicos, en el Laboratorio de Ingeniería y Empaques, Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ) y en el Laboratorio de Análisis Sensorial, todos ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, al este de la ciudad de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

Materia Prima

Para suplir la cantidad de fibra de arveja se obtuvo un extensor sin alérgenos mediante la empresa hondureña SACIA (Sazonares y Complementos para la Industria Cárnica). Los ingredientes cárnicos y no cárnicos (condimentos y aditivos) necesarios se obtuvieron de la Planta de Cárnicos de Zamorano.

En este estudio se realizaron cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de extensor, descritos en el Cuadro 1. El nivel del extensor siempre se mantuvo por debajo del 3.5% para así cumplir con la normativa del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA, por sus siglas en inglés) (USDA 2002).

Equipo

El equipo que se utilizó en el procesamiento del chorizo fue:

Balanza OHAUS SPX421

Molino de carne marca Hobart 4822

Embutidora manual

Empacadora al vacío

Colorflex Hunter Lab

Panel de análisis sensorial

Potenciómetro marca OHAUS Starter2100

Texturómetro Instron 4444

Cuadro 1*Formulación para chorizo cocido.*

Ingrediente	Cantidad por tratamientos (%)			
	Control	TRT1	TRT2	TRT3
Corte de cerdo industrial (20% de grasa)	31.46	31.46	31.46	31.46
Corte de cerdo industrial (50% de grasa)	10.49	10.49	10.49	10.49
Corte de cerdo industrial (90% de grasa)	10.49	10.49	10.49	10.49
Corte de res industrial (10% de grasa)	20.98	20.98	20.98	20.98
Corte de res industrial (40% de grasa)	15.73	10.729	8.231	5.767
Agua	3.15	3.15	3.15	3.15
Agua para extensor	0	3.34	5	6.67
Hielo	1.81	1.81	1.81	1.81
Fibra de arveja (extensor)	0	1.67	2.5	3.33
Especias	0.78	0.78	0.78	0.78
Cochinilla	0.07	0.07	0.07	0.07
Tripolifosfato de sodio	0.48	0.48	0.48	0.48
Eritorbato de sodio	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Sal nitrificada (6.5%)	0.21	0.20	0.20	0.20
Pimientón picante	0.24	0.24	0.24	0.24
Paprika	0.07	0.07	0.07	0.07
Sal yodada	1.43	1.43	1.43	1.43
Lactato de sodio	2.62	2.62	2.62	2.62

Preparación

El proceso para la elaboración del chorizo se describirá a continuación:

Para empezar el procesamiento, se pesaron los ingredientes cárnicos y no cárnicos en la balanza.

La carne pasó por un molino usando el disco de corte de 0.48 cm de diámetro.

Los ingredientes cárnicos y condimentos fueron mezclados en el molino por 5 minutos. Se agregó la cantidad de agua descrita en la formulación para la hidratación del extensor.

Luego de haber pasado por el molino, la mezcla fue embutida dentro de una funda de colágeno, en una embutidora manual.

El chorizo se cocinó en agua hasta alcanzar 72 °C en el interior de los chorizos. Al final fueron sometidos a una ducha con agua fría para reducir la temperatura hasta 10 °C. Todo el proceso tuvo una duración de aproximadamente 2 horas.

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

Se empacaron los chorizos al vacío con bolsas plásticas compuestas de cinco capas polietileno de baja densidad/poliamida/etileno vinil alcohol/poliamida/polietileno de baja densidad y luego fueron almacenados en las cámaras frigoríficas de la planta de cárnicos a una temperatura de 0 °C. El almacenamiento tuvo una duración de 3 días.

Se utilizó la siguiente formulación para el procesamiento de los chorizos (En base a 1.13 kg) (Cuadro Se le agrego agua a la fibra de arveja, así disminuyendo hasta un 10.02% de carne de res.

Diseño Experimental

El experimento se desarrolló utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se evaluaron cuatro tratamientos incluyendo el control con tres repeticiones (Cuadro 2) para un total de 12 unidades experimentales. Para el análisis estadístico se utilizó el programa "Statistical Analysis Systems" (SAS). Se realizó un ANDEVA y una separación de medias Tukey con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

Cuadro 2

Descripción de los tratamientos utilizados para la sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Tratamientos (%)	Fibra (%)	Fibra Hidratada(%)
0	0	0
1.67	1.67	5.01
2.54	2.54	7.62
3.34	3.34	10.02

Nota. % Fibra: Cantidad de fibra de arveja sin hidratar.

% Fibra hidratada: Cantidad de fibra de arveja hidratada, sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Análisis Físicos

Los análisis físicos realizados son descritos a continuación:

Textura

Para la medición de la textura se utilizó un texturómetro Instron 4444, utilizando el acople de guillotina. Analizó la fuerza de cizalla simulando el corte con los dientes incisivos de una persona. Se tomó una muestra de cada tratamiento con medidas de 3 cm de largo.

Color

Para la medición del color se utilizó un Color Flex Hunter Lab, que mide la claridad e intensidad de los colores en el chorizo. El cual, a través de diferentes gamas de luz mide el color en la escala L a b. L* mide la claridad de la muestra en una escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco. a* mide intensidad en colores rojo y verde en una escala de (+60 a -60), los valores positivos son rojos y los valores negativos son verdes. b* mide intensidad en colores amarillo y azul en una escala de (+60 a -60), los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules.

Medición de purga

Se cuantifica por diferencia de peso, se utilizó la Ecuación 1. El peso inicial se tomó después del enfriamiento y el peso final se tomó tres días después de haber hecho la elaboración de estos.

$$\frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad [1]$$

Nota. Tomado de (Flores Hernandez 2016).

Potencial de hidrógeno (pH)

Se realizó la medición siguiendo el método de análisis AOAC 981.12. Se calibró el potenciómetro antes de empezar la prueba. Se tomó un chorizo de cada tratamiento y se insertó la sonda 2 cm dentro de cada uno de los chorizos seleccionados.

Rendimiento de cocción

Se tomó del peso de la masa cárnica embutida en crudo y posterior al tratamiento térmico y enfriado. La variable se determinó mediante la Ecuación 2. El peso de enfriado se tomó tres días después de que el producto fue cocido.

$$\frac{\text{Peso del producto cocido (g)}}{\text{Peso del producto crudo (g)}} \times 100 \quad [2]$$

Nota. Tomado de (Flores Hernandez 2016).

Análisis Microbiológicos

Coliformes Totales

El análisis de coliformes totales se usó como indicador de inocuidad en el procesamiento de las muestras. Para llevar a cabo el análisis se tomaron 10 g de muestra los cuales se pesaron en una balanza analítica, se procedió a colocarlos en una bolsa estéril a la cual se le agregó 90 mL de buffer de fosfato esterilizada. Luego se homogenizó por 1 min en el Stomacher. Se procedió a inocular 1 mL en Placas 3M Petrifilm. Las placas se incubaron a 35 °C por 24 horas.

Bacterias Mesófilas Aerobias

Se empleó para verificar el número máximo de microorganismos permitidos y de esta manera verificar la calidad del producto. Se siguió el mismo método descrito anteriormente de coliformes totales, se pesaron 10 g de muestra a los cuales se les añadió 90 mL de buffer de fosfato esterilizada, se homogenizó por 1 minuto y luego se inoculó 1 mL en una Placa 3M Petrifilm. Las placas se incubaron a 35 °C por 48 horas.

Análisis Sensorial

Se realizó un análisis afectivo de aceptación y de preferencia de las cuatro muestras con un panel conformado por panelistas no entrenados. Se utilizaron 30 panelistas por cada repetición. Para el análisis se usó una escala hedónica de nueve puntos siendo uno: me disgusta extremadamente y

nueve: me gusta extremadamente, codificando las muestras al azar. Se rebanaron los chorizos de 5 a 8 mm aproximadamente. Se frieron en su propia grasa por cada lado por dos minutos y luego fueron servidas en bandejas de poliestireno expandidos. Se acompañaron con galletas soda y un vaso con agua para la limpiar el paladar del panelista.

Resultados y Discusión

Textura

Para caracterizar el parámetro de textura se evaluó la fuerza de corte de los chorizos. No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3). Resultados similares presenta un estudio realizado por Varga-Visi et al. (2018), en el cual, la dureza de los chorizos con niveles bajo de fibra de arveja hidratada no cambió entre niveles, sin embargo, al aumentar la cantidad de fibra de arveja hidratada y la disminución de grasa, estos presentaron menos dureza. Esto puede ser debido a una interrupción en la formación de una matriz cárnica estable y uniforme (Verma et al. 2015), En el estudio realizado por Sun y Arntfield (2012), se menciona que en algunos casos la fibra de arveja hidratada no es capaz de formar las cadenas de miosina durante el calentamiento, dando como resultado un debilitamiento en el gel.

La fuerza de corte que se presentó fue cercano a los 16 N (No significativo entre tratamientos $P > 0.05$) siendo este un chorizo con una textura suave comparado al estudio de Pietrasik y Janz (2010) en donde una Bologna presentó una dureza de 90 N. Este nivel de suavidad fue aceptado por panelistas.

Cuadro 3

Promedios y desviación estándar de la fuerza de corte (Newton) de chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Fuerza de corte (Newton) Media \pm DE ^o (NS)
0%	16.23 \pm 1.04
5.01%	15.40 \pm 1.41
7.62%	13.80 \pm 0.45
10.02%	15.80 \pm 0.50
CV (%)	5.68

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Color

Escala L

Entre tratamientos no hubo una diferencia significativa para el valor L de luminosidad (Cuadro 4). L se evalúa en una escala de cero a 100, siendo cero, negro y 100, blanco. Resultados parecidos se reportan en otras investigaciones con uso de fibra de arveja en productos cárnicos. Pietrasik et al. (2020), no obtuvieron diferencias significativas en el parámetro de luminosidad en tortas para hamburguesa con fibra de arveja agregada. De igual manera, Huang et al. (2005), realizaron una investigación agregando salvado de arroz como fibra en albóndigas de cerdo, en la cual no se obtuvieron diferencias significativas en luminosidad.

Cuadro 4

Promedios y desviación estándar del valor L para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Color Valor L Media \pm DE ^o (NS)
0%	46.67 \pm 6.41
5.01%	47.73 \pm 5.22
7.62%	46.33 \pm 5.59
10.02%	47.91 \pm 3.48
CV (%)	5.46

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Escala L (0 negro, 100 blanco)

Escala a

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) en el valor de color, de la escala a. Polizer et al. (2018), mencionan que las reducciones del valor a pueden estar relacionadas con el contenido relativo de mioglobina causado por el menor porcentaje de carne utilizadas en las formulación con mayor cantidad de harina de fibra de arveja. Sin embargo, no se presentó reducción de valor a en los productos cárnicos (Cuadro 5). El valor a es importante ya que

refleja el curado de la carne, es por ello, que la mioglobina es clave para crear el color curado mediante el nitrosilhemocromo. Al agregar nitritos a la carne, reacciones de color empiezan a ocurrir. El nitrito se disuelve en agua y causa la formación de metamioglobina para luego ser formado el nitrosilhemocromo (Schweihofer 2014) , lo que es característico de productos curados.

Cuadro 5

Promedios y desviación estándar del valor a para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Color Valor a Media \pm DE ^o (NS)
0%	23.06 \pm 6.11
5.01%	22.97 \pm 2.37
7.62%	23.64 \pm 3.50
10.02%	20.65 \pm 3.83
CV (%)	11.29

Nota: DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Escala a (-60 verde, +60 rojo).

Escala b

En relación con el valor de la escala b de color (azul a amarillo), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 6). Resultados similares se presentaron en los estudios de Polizer et al. (2020) y Troutt et al. (1992) los cuales no presentaron una diferencia significativa en el color amarillento de carne molida con fibra de arveja y en tortas para hamburguesa con fibra de arveja. Según Flores Hernandez (2016), las variaciones en el valor b se atribuyen a los ingredientes utilizados.

Cuadro 6

Promedios y desviación estándar del valor b para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Color Valor b Media \pm DE ^o (NS)
0%	13.96 \pm 1.70
5.01%	12.62 \pm 1.41
7.62%	13.31 \pm 1.52
10.02%	13.31 \pm 1.47
CV (%)	14.25

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Escala b (-60 azul, +60 amarillo).

Medición de Purga

La purga representa un problema para la industria ya que proporciona una mala impresión al consumidor (Algarañaz Schnorr 2007). La fibra en los productos cárnicos da como resultado una reducción en la purga (Mehta et al. 2015). Los tratamientos no presentaron diferencia significativa en la cantidad de purga que liberaron ($P > 0.05$) (Cuadro 7), lo cual difiere de investigaciones anteriores. Según Candogan y Kolsarici (2003), Frankfurters con niveles de grasa mayor tendrán una menor purga que con menor nivel de grasa. Si bien es cierto, no se encuentra una diferencia significativa, pero se refleja lo que Pietrasik y Janz (2010) mencionan en su estudio, que la fibra y almidón de arveja reducen la purga hasta una medida similar del control alto en grasa.

Es evidente la capacidad de retención de agua por parte de las fibras agregadas a los productos cárnicos. Así como utilización de fibra de arveja en tortas para hamburguesas (Pietrasik et al. 2020), fibra de trigo en Frankfurters (Choe J-H et al. 2013), carragenina y pectina en Frankfurters (Candogan y Kolsarici 2003) y la fibra de calabaza en Frankfurters (Choi Y-S et al. 2012). Sin embargo, hay ocasiones en que no hay una capacidad de retención de agua evidente como ser en los

Frankfurters con aislado de proteína de soya , en donde el tratamiento con proteína de soya presentó la mayor purga (Yang et al. 2001).

Cuadro 7

Promedios y desviación estándar de medición de purga para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Medición de Purga (%) Media \pm DE ^o (NS)
0%	7.98 \pm 0.62
5.01%	8.64 \pm 2.22
7.62%	8.23 \pm 0.52
3.34%	7.38 \pm 0.67
CV (%)	12.48

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales (P > 0.05).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Rendimiento de Cocción

En las medidas de rendimiento de cocción no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 8). Los carbohidratos y fibras han presentado éxito en mejorar el rendimiento de cocción de los productos cárnicos (García et al. 2002). La capacidad de retención de agua es clave para evitar purgas y mejorar los rendimientos de cocción, al obtener un buen rendimiento obtenemos un producto más jugoso. Vinauskienė et al. (2015) mencionan que, productos con un menor nivel de grasa presentan un mayor rendimiento de cocción ya que presentaron una mayor capacidad de retención de agua.

Resultados parecidos se obtuvieron agregando fibra de arveja y trigo en tortas para hamburguesa (Besbes et al. 2008; Pietrasik et al. 2020), salvado de trigo en albóndigas (Yilmaz 2005), la fibra de calabaza en Frankfurters (Choi Y-S et al. 2012) y fibra de arveja en bologna (Pietrasik y Janz 2010), en los cuales todos estos extensores aumentaron el rendimiento de cocción. Cabe resaltar que, en los estudios anteriormente mencionados, también se sustituye carne por fibra.

Cuadro 8

Promedios y desviación estándar del rendimiento de cocción para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Rendimiento de Cocción (%) Media ± DE ^o (NS)
0%	92.02 ± 1.58
5.01%	91.44 ± 5.53
7.62%	91.51 ± 1.43
10.02%	92.62 ± 1.77
CV (%)	2.18

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales (P > 0.05).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Análisis Microbiológicos

Coliformes Totales

En los conteos realizados para coliformes totales, todos presentaron < 10 UFC/g se está incluyendo a la *Escherichia coli* dentro del grupo de coliformes totales. Por lo tanto, se encuentran dentro de los límites establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala et al. 2009), que son < 10 UFC/g.

Bacterias Mesófilas Aerobias

En el Cuadro 9 se puede observar que no se presentó una diferencia significativa entre tratamientos (P > 0.05). Se realizó una dilución de 10². Los bajos conteos se pueden atribuir a las buenas prácticas de manufactura que fueron manejadas durante el desarrollo de los chorizos. Todos los tratamientos se encontraron dentro del límite establecido por la Norma Oficial Mexicana el cual es <10,000 UFC/g (Norma Oficial Mexicana 2019). Por lo tanto, se puede concluir que la fibra de arveja hidratada no tuvo efectos negativos en el chorizo cocido.

Cuadro 9

Promedios y desviación estándar para conteo de bacterias mesófilas aerobias para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	BMA (Log UFC/g) Media \pm DE ^o (NS)
0%	1.81 \pm 0.21
5.01%	1.31 \pm 0.44
7.62%	1.15 \pm 0.11
10.02%	1.43 \pm 0.34

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

pH

En la medición de pH no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). En el Cuadro 10, se observa como los pH son ligeramente neutros. En el estudio realizado por Purohit et al. (2016) se obtuvieron resultados similares. Y al igual que el estudio realizado por Choi Y-S et al. (2012) el incremento del pH se debe al pH de la fibra de arveja, el cual es de 7.15. Según Pietrasik y Janz (2010), el pH de productos cárnicos cocidos se encuentra entre 6.47-6.63. Desde el punto de vista de inocuidad, un pH de 6.63 es de alto riesgo, por el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias que pueden surgir por un abuso de consumidor y por este se den las temperaturas propicias para el crecimiento (Lin 2014).

Cuadro 10

Promedios y desviación estándar para pH para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	pH
	Media \pm DE ^o (NS)
0%	6.40 \pm 0.020
5.01%	6.52 \pm 0.105
7.62%	6.51 \pm 0.141
10.02%	6.56 \pm 0.140
CV (%)	1.097

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Análisis Sensorial

Color y Aroma

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para color. Todos los tratamientos recibieron una calificación en la escala de seis, que significa “me gusta levemente”. La evaluación del color realizada por las personas se basa en características visuales como tonalidades rojizas, grasa visible y purga (Flores Hernandez 2016). Según Lin (2014), el color juega como un indicador para la aceptación de los consumidores además que influye en la estrategia de marketing de los productos. La baja evaluación sensorial puede deberse a una reacción Maillard por presencia de la fibra, dando así un producto menos rojizo y más seco.

En el Cuadro 11 se puede observar que no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para el aroma. Recibiendo así todos los tratamientos una puntuación en la escala de seis, que significa “me gusta levemente”. Así que se puede deducir que la reducción de carne de res y la implementación de harina de fibra de arveja tuvo un efecto positivo en la aceptación del panelista.

Cuadro 11

Promedios y desviación estándar del atributo de color y aroma del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Atributo de color Θ Media \pm DE ^o (NS)	Atributo de aroma Θ Media \pm DE ^o (NS)
0%	6.60 \pm 1.39	6.55 \pm 1.39
5.01%	6.62 \pm 1.60	6.57 \pm 1.43
7.62%	6.83 \pm 1.52	6.83 \pm 1.52
10.02%	6.94 \pm 1.47	6.62 \pm 1.37
CV (%)	22.25	21.65

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

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

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Sabor

Se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En el Cuadro 12, se observa cómo el control presentó una diferencia significativa con el tratamiento con mayor contenido de fibra de arveja hidratada, recibiendo el control la puntuación de "me gusta levemente" y el tratamiento tres un "me gusta moderadamente". Según Andrés et al. (2006), la grasa es un componente importante ya que actúa como un reservorio de sabor, además que mejora la textura, sin embargo, los panelistas aceptaron la reducción de grasa por lo que la implementación de harina de fibra de arveja tuvo un efecto positivo. Los productos con fibra y almidón de arveja agregado presentan mayor capacidad de retención de agua (Pietrasik y Janz 2010), por lo que debido a esto el chorizo presentado fuera más jugoso aportando al sabor del mismo, dando como resultado aceptación en los panelistas.

Cuadro 12

Promedios y desviación estándar del atributo de sabor del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Atributo de sabor Θ Media \pm DE ^o
0%	6.74 \pm 1.44 ^B
5.01%	6.41 \pm 1.66 ^C
7.62%	7.02 \pm 1.32 ^A
10.02%	7.24 \pm 1.47 ^A
CV (%)	21.62

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

A-C: Medias en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes (< 0.05)

CV: Coeficiente de Variación.

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

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Textura

En el análisis sensorial, el atributo de textura presentó diferencias significativas entre tratamiento ($P < 0.05$). El tratamiento con 7.62% de adición de fibra de arveja agregada fue significativamente diferente, presentando la menor resistencia a la fuerza de corte y recibiendo una calificación en la escala siete, que significa "me gusta moderadamente". En el Cuadro 13, se observa que el tratamiento dos es significativamente diferentes del control y del tratamiento uno (5.01%), e igual al tratamiento tres. Según Vinauskienė et al. (2015), las fibras y proteínas de origen vegetal tienen un efecto positivo en la textura de los productos cárnicos. Además, que haya una aceptación positiva por parte de los panelistas es importante, ya que la textura es uno de los tres componentes más importantes en la aceptación de los alimentos (Mehta et al. 2015).

Cuadro 13

Promedios y desviación estándar del atributo de textura del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Atributo de textura Θ Media \pm DE ^o
0%	6.38 \pm 1.62 ^C
5.01%	6.53 \pm 1.64 ^B
7.62%	7.08 \pm 1.35 ^A
10.02%	6.96 \pm 1.60 ^A
CV (%)	22.75

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

A-C: Medias en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

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

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Acidez y Aceptación General

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). Todos los tratamientos recibieron una calificación en la escala de seis "me gusta levemente" a excepción del tratamiento tres (10.02% de sustitución de fibra de arveja hidratada) el cual recibió una calificación de "me gusta moderadamente". Si se observa el pH en el Cuadro 14, el tratamiento tres presentó un pH ligeramente neutro, alejándose del punto isoeléctrico de las proteínas a comparación del control. Al tener un pH alejado del punto isoeléctrico, posee mayor capacidad de retención de agua, teniendo así una menor purga, por lo tanto, se percibe en el paladar un producto más jugoso y menos ácido. Estos datos concuerdan con el estudio realizado por Pietrasik y Janz (2010), en el cual tampoco hubo diferencias significativas.

No hubo diferencia significativa entre tratamientos para la aceptación general. Todos los tratamientos recibieron una calificación en la escala de siete, que significa "me gusta

moderadamente”. Por lo que se puede decir que los panelistas tuvieron una aceptación igual a los chorizos con sustitución de carne de res por fibra de arveja a un chorizo cocido.

Cuadro 14

Promedios y desviación estándar del atributo de acidez y aceptación general del análisis sensorial para chorizos con adición de fibra de arveja hidratada.

Tratamientos	Atributo de acidez Θ Media \pm DE ^o (NS)	Aceptación General Θ Media \pm DE ^o (NS)
0%	6.56 \pm 1.57	6.98 \pm 1.34
5.01%	6.47 \pm 1.58	6.87 \pm 1.47
7.62%	6.64 \pm 1.62	7.14 \pm 1.17
10.02%	6.96 \pm 1.39	7.26 \pm 1.28
CV (%)	23.18	18.58

Nota. DE^o: Desviación Estándar.

NS: Medias en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CV: Coeficiente de Variación.

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

0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

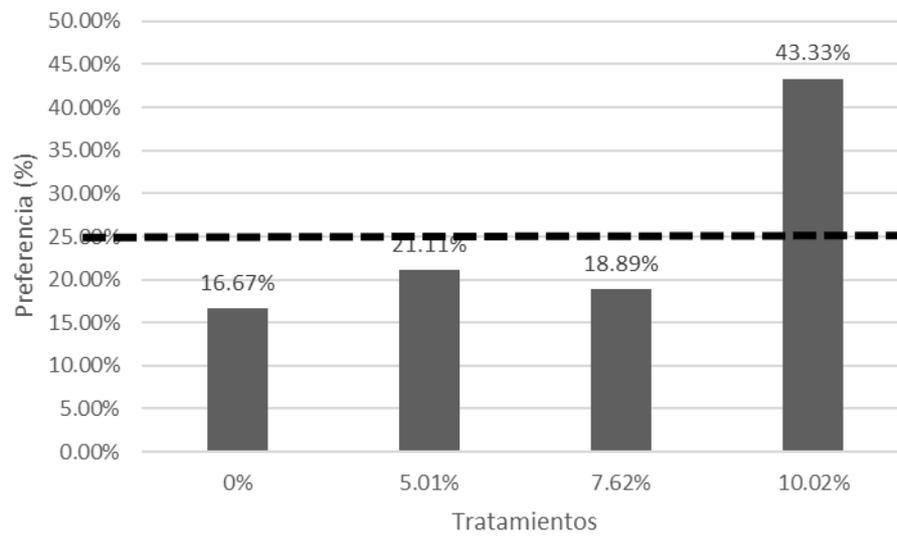
Preferencia

El análisis de preferencia según el método estadístico de la prueba del Chi cuadrado con un nivel de significancia del 5% indica que un tratamiento debe presentar una preferencia mayor al 25% para que sea significativamente preferida. Los valores expresados por los panelistas se muestran en la Figura 1.

Los resultados muestran que sí existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, donde el tratamiento tres presentó el 43.33% (Figura 1) de preferencia por parte de los panelistas. Mostrando así preferencia del chorizo cocido con adición de fibra de arveja por parte de los consumidores.

Figura 1

Frecuencia de preferencia por parte de los consumidores para el chorizo cocido con adición de fibra de arveja hidratada.



Nota. Tratamientos: 0, 5.01, 7.62 y 10.02% representa cantidad porcentual de sustitución de carne de res por fibra de arveja hidratada.

Conclusiones

La fibra de arveja hidratada logró ser sustituta hasta 10.02% de carne de res en un chorizo cocido ya que mantiene las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

La adición de fibra de arveja hidratada redujo la fuerza de corte de los chorizos, y no afectó el color, purga, rendimiento de cocción ni el conteo de coliformes totales, así como de bacterias mesófilas aerobias.

La sustitución de carne de res por fibra de arveja no cambió el sabor y textura del chorizo, produciendo así la sustitución un producto preferido. El tratamiento con mayor sustitución fue el tratamiento preferido por parte de los panelistas.

Recomendaciones

Se recomienda que los días para la medición de purga sean a los 0, 10 y 15 días después de la preparación de los chorizos.

Realizar un análisis de actividad de agua de los chorizos con fibra de arveja hidratada para una mejor estimación de su vida anaquel.

Referencias

- Algarañaz Schnorr LA. 2007. Predicción de la purga de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) en bandeja basada en las características de la canal [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 33 p; [consultado el 21 de may. de 2021].
- Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los alimentos. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) (2009).
- Andrés SC, García ME, Zaritzky NE, Califano AN. 2006. Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*; [consultado el 16 de may. de 2021]. 72(4):311–319. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.08.043.
- Besbes S, Attia, Hamadi Deroanne, Claude, Makni S, Blecker C. 2008. Wheat fiber: effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. *Journal of Food Quality*; [consultado el 24 de abr. de 2021]. 31(4):480–489. doi:10.1111/j.1745-4557.2008.00213.x.
- Candogan K, Kolsarici N. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*; [consultado el 12 de may. de 2021]. 64(2):199–206. doi:10.1016/s0309-1740(02)00181-x.
- Choe J-H, Kim H-Y, Lee J-M, Kim Y-J, Kim C-J. 2013. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*; [consultado el 12 de may. de 2021]. 93(4):849–854. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2012.11.054.
- Choi Y-S, Kim H-W, Hwang K-E, Song D-H, Park J-H, Lee S-Y, Choi M-S, Choi J-H, Kim C-J. 2012. Effects of Pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) Fiber on Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Chicken Frankfurters. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*; [consultado el 26 de abr. de 2021]. 32(2):174–183. doi:10.5851/kosfa.2012.32.2.174.
- Cobos J, Soto S, Alfaro R, Aguirre G, Rodríguez B, González R. 2014. Evaluación de parámetros de calidad de chorizos elaborados con carne de conejo, cordero y cerdo, adicionados con fibra de trigo. *Nacameh*; [consultado el 20 de may. de 2021]. 8(1):50–64.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Producción de Carne y Medio Ambiente. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado 11/25/2014 15:54:21; consultado 05/20/2021 14:57:02]. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/production.html>.
- Flores Hernandez J. 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. [Tesis]. Honduras:

- Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 24 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5764/1/AGI-2016-T019.pdf>.
- García ML, Dominguez R, Galvez MD, Casas C, Selgas MD. 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*; [consultado el 24 de may. de 2021]. 60(3):227–236. doi:10.1016/s0309-1740(01)00125-5.
- Huang SC, Shiau CY, Liu TE, Chu CL, Hwang DF. 2005. Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. *Meat Science*; [consultado el 12 de may. de 2021]. 70(4):613–619. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2005.02.009.
- Landaverde Tejada YA. 2008. Efecto en la sustitución de almidón de papa por almidón de yuca en las características físicas, sensoriales y microbiológicas de un chorizo semi cocido [Tesis]. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 4 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5402/1/AGI-2008-T023.pdf>.
- Lin C. 2014. Physicochemical properties of soy and pea based imitation sausage patties [Tesis de Maestría]. Estados Unidos: University of Missouri; [consultado el 9 de may. de 2021]. <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/44300/research.pdf.pdf?sequence=1>.
- Mehta N, Ahlawat SS, Sharma DP, Dabur RS. 2015. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products-a critical review. *J Food Sci Technol*; [consultado el 6 de may. de 2021]. 52(2):633–647. eng. doi:10.1007/s13197-013-1010-2.
- Pietrasik Z, Janz JAM. 2010. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International*; [consultado el 24 de may. de 2021]. 43(2):602–608. doi:10.1016/j.foodres.2009.07.017.
- Pietrasik Z, Sigvaldson M, Soladoye OP, Gaudette NJ. 2020. Utilization of pea starch and fibre fractions for replacement of wheat crumb in beef burgers. *Meat Science*; [consultado el 22 de may. de 2021]. 161:107974. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2019.107974.
- Polizer YJ, Pompeu D, Fregonesi RP, Hirano MH, Alvarenga Freire MT de, Trindade MA. 2018. Características físico-químicas e aceitação sensorial de apresuntado com adição de fibra de ervilha visando redução de custo. *Ciência Animal Brasileira*; [consultado el 20 de may. de 2021]. 19(0):82. doi:10.1590/1809-6891v19e-31142.
- Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. (2019).
- Purohit AS, Reed C, Mohan A. 2016. Development and evaluation of quail breakfast sausage. *LWT - Food Science and Technology*. 69(2):447–453. doi:10.1016/j.lwt.2016.01.058.

- Quesada D, Gomez G. 2019. ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y le medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*; [consultado el 21 de may. de 2021]. 2(1):1–8.
- Schweihofer J. 2014. Cured meat color. [sin lugar]: University of Michigan; [actualizado 2014-10-21EDT12:00AM; consultado el 26 de may. de 2021]. https://www.canr.msu.edu/news/cured_meat_color_part_3.
- Sun XD, Arntfield SD. 2012. Gelation properties of myofibrillar/pea protein mixtures induced by transglutaminase crosslinking. *Food Hydrocolloids*; [consultado el 18 de may. de 2021]. 27:394–400. doi:10.1016/j.foodhyd.2011.11.001.
- Talukder S. 2015. Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*; [consultado el 9 de may. de 2021]. 55(7):1005–1011. eng. doi:10.1080/10408398.2012.682230.
- Troutt ES, Hunt MC, Johnson DE, Claus J. R., Kastiner CL, Kropf DH. 1992. Characteristics of Low-fat Ground Beef Containing Texture-modifying Ingredients. *Journal of Food Science*; [consultado el 18 de may. de 2021]. 57(1):19–24. doi:10.1111/j.1365-2621.1992.tb05415.x.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2002. Commercial item description frankfurters (hot dogs), fully cooked, frozen. [sin lugar]: USDA (A-A-20341). 2002; [actualizado 2002; consultado el 13 de may. de 2021]. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CID%20Frankfurter%20%28Hot%20Dogs%29%2C%20Fully%20Cooked%2C%20Frozen.pdf>.
- Varga-Visi É, Toxanbayeva B, Andrásyné Baka G, Romvári R. 2018. Textural properties of turkey sausage using pea fiber or potato starch as fat replacers. *Acta Alimentaria*. 47(1):36–43. doi:10.1556/066.2018.47.1.5.
- Verma AK, Banerjee R, Sharma BD. 2015. Quality characteristics of low fat chicken nuggets: effect of salt substitute blend and pea hull flour. *J Food Sci Technol*; [consultado el 12 de may. de 2021]. 52(4):2288–2295. eng. doi:10.1007/s13197-013-1218-1.
- Vinauskienė R, Morkūnaite R, Leskauskaitė D. 2015. The influence of pea products on the functional properties of frankfurters. *CyTA - Journal of Food*; [consultado el 23 de may. de 2021]. 13(2):282–292. doi:10.1080/19476337.2014.963147.
- Yilmaz I. 2005. Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. *Journal of Food Engineering*; [consultado el 17 de may. de 2021]. 69(3):369–373. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.08.028.

