Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Agroindustria Alimentaria

Ingeniería en Agroindustria Alimentaria

Proyecto Especial de Graduación

Desarrollo de una salchicha más sostenible con sustitución de carne de res por harina de grillo (*Acheta domesticus)*

Estudiante

Víctor Enrique Báez Tejeda

Asesoras

Adela Acosta, D.Sc.

Sandra Espinoza, M.Sc.

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

Contenido

Índice de Cuadros..... 7

Índice de Figura..... 8

Índice de Anexos..... 9

Resumen..... 10

Abstract..... 11

Introducción..... 12

Materiales y Métodos..... 15

Ubicación..... 15

Obtención de la harina de grillo..... 15

Análisis microbiológicos a la harina de grillo..... 15

E. *Col*i por Vaciado en Placa..... 15

Hongos y Levaduras..... 15

Enterobacterias..... 16

Salmonella spp..... 16

Proceso térmico a la harina de grillo..... 16

Análisis químicos a la harina de grillo..... 17

Análisis de proteína cruda..... 17

Análisis de grasa..... 18

Análisis de humedad..... 19

Formulación de tratamientos..... 20

Formulación porcentual..... 20

Formulación en gramos 21

Elaboración de las salchichas 22

Procedimiento 22

Análisis microbiológicos a las salchichas 25

Coliformes totales y mesófilos aerobios totales por vaciado en placa 25

Análisis sensorial afectivo 25

Prueba de aceptación 25

Prueba de preferencia 25

Análisis fisicoquímicos a las salchichas 26

Perfil de textura 26

Análisis de humedad 26

Color 26

Diseño experimental 26

Análisis estadístico 27

Análisis de costos variables 27

Resultados y Discusión 28

Análisis microbiológicos a la harina de grillo 28

Enterobacterias 28

E. *Coli* 28

Hongos 29

Levaduras 29

Salmonella spp 29

Análisis químicos a la harina de grillo 30

Humedad 30

Grasa 30

Proteína 31

Análisis microbiológicos a las salchichas 31

Bacterias mesófilas aerobias (BMA) 31

Coliformes totales 32

Evaluación sensorial 32

Prueba sensorial de apariencia 32

Prueba sensorial de color 33

Prueba sensorial de olor 33

Prueba sensorial de textura 34

Prueba sensorial de sabor 34

Prueba sensorial de aceptación general 36

Prueba sensorial de preferencia 36

Análisis de color 37

Valor L 38

Valor a 38

Valor b 38

ΔE 39

Análisis de perfil de textura a las salchichas tipo frankfurter 39

Análisis de humedad a las salchichas tipo Frankfurter 40

Costos variables 41

Conclusiones 43

Recomendaciones 44

Referencias 45

Anexos 50

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Parámetros y cantidades del Programa 1 del destilador para el análisis de proteína. 18

Cuadro 2 Formulación de los diferentes tratamientos de salchichas tipo Frankfurter con sustitución de carne de res por harina de grillo. 21

Cuadro 3 Formulación en gramos de los diferentes tratamientos de salchichas tipo Frankfurter con sustitución de carne de res por harina de grillo. 22

Cuadro 4 Conteos microbiológicos a la harina de grillo antes y después del tratamiento térmico a 80 °C por 30 minutos. 28

Cuadro 5 Resultados de los análisis químicos a la harina de grillo. 31

Cuadro 6 Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA) a las salchichas tipo Frankfurter, expresado en logaritmo. 32

Cuadro 7 Evaluación sensorial a las salchichas tipo Frankfurter. 35

Cuadro 8 Prueba de Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia a las salchichas tipo Frankfurter. 37

Cuadro 9 Análisis de color a las salchichas tipo Frankfurter. 37

Cuadro 10 Análisis de perfil de textura de las salchichas tipo Frankfurter. 40

Cuadro 11 Análisis de humedad a las salchichas tipo Frankfurter. 41

Cuadro 12 Costos variables (USD/kg) de los diferentes tratamientos para la producción de salchichas tipo Frankfurter. 42

Índice de Figura

Figura 1 Flujo de proceso de elaboración de las salchichas tipo Frankfurter. 23

Índice de Anexos

Anexo A Harina de grillo. 50

Anexo B Salchichas envasadas al vacío con 0, 5, 10 y 15% de harina de grillo, respectivamente..... 51

Anexo C Boleta de la prueba hedónica de 9 puntos y prueba de preferencia. 52

Resumen

Los insectos comestibles representan una alternativa sostenible para proveer proteína de alta calidad. El principal reto en la actualidad es la repugnancia a su consumo, y el alto costo que tiene la harina de grillo. Incluir insectos en embutidos emulsificados fomenta la entomofagia (consumo de insectos). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución de carne de res por harina de grillo en los aspectos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos de una salchicha tipo Frankfurter. Se usó harina de grillo, realizándose una sustitución de 0, 5, 10 y 15% de carne de res por harina de grillo. A las salchichas se le hicieron análisis microbiológicos y fisicoquímicos, así como una evaluación sensorial. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones, se realizó un análisis de varianza con una prueba Tukey, además una prueba Chi-Cuadrado para analizar la preferencia de las salchichas. El contenido de harina de grillo no afectó la carga microbiológica, la humedad y el análisis de perfil de textura. Los panelistas encontraron diferencias en los distintos atributos de las salchichas, siendo el más marcado el color, el cual era más oscuro a medida aumentaba la cantidad de harina de grillo; además, el sabor fue el atributo menos afectado. Se recomienda utilizar más cochinilla en las salchichas que tienen harina de grillo, para mitigar el color oscuro que esta le imparte a las mismas.

Palabras clave: Ganado bovino, insectos comestibles, proteína alternativa.

Abstract

Edible insects represent a sustainable alternative to provide high quality protein. His main challenge today is the disgust of its consumption, and the high cost of cricket flour. Including insects in emulsified sausages encourages entomophagy (consumption of insects). The objective of this study was to evaluate the effect of substituting beef for cricket flour on the sensory, physicochemical, and microbiological aspects of a Frankfurter type sausage. Cricket flour was used, substituting 0, 5, 10 and 15% of beef for cricket flour. The sausages underwent microbiological and physicochemical analyzes, as well as a sensory evaluation. A Randomized Complete Blocks (RCB) design with three repetitions was used and an analysis of variance was done with a Tukey test, in addition to Chi-Square to analyze the preference of the sausages. The content of cricket flour did not affect the microbiological load of the sausages, the humidity, and the analysis of the texture profile. The panelists found differences in the different attributes of the sausages, the color being the most marked, which was darker as the amount of cricket flour increased; furthermore, flavor was the least affected attribute. It is recommended to use more cochineal in the sausages that have cricket flour, to mitigate the dark color that this imparts to them.

Keywords: Alternative protein, edible insects, cattle.

Introducción

El consumo de insectos es usado como como fuente alternativa de proteínas en varios países y se han implementado estrategias para expandir el mercado de éstos (Tae-Kyung et al. 2019). El principal problema que tiene la entomofagia (consumo de insectos) es el asco de las personas hacia ello; sin embargo, esta negativa no está orientada hacia las cualidades sensoriales, como lo son su sabor y olor, sino hacia un rechazo infundado por la percepción de una experiencia negativa al consumo de estos, lo cual no va con la realidad (Ruby et al. 2015). Desde el 2003, la FAO ha estado trabajando en temas relacionados con los insectos comestibles y menciona la importancia nutricional y beneficios ambientales que ofrece el consumo de estos (FAO 2015). El consumo de insectos debe fomentarse y proporcionar a la población los conocimientos sobre los beneficios nutricionales y ecológicos de su consumo para así borrar la percepción negativa que hay hacia su incorporación a la dieta**.** Existen alrededor de dos mil especies de insectos comestibles, de los cuales, los grillos, saltamontes y langostas representan el 13%, estando en la lista de los más consumidos (van Huis 2016).

En el desarrollo de un nuevo alimento, la presentación tiene influencia directa en su aceptación, ya que los aspectos sensoriales son de mucha relevancia en la preferencia y aceptación de un producto. Debido a ello, integrar los insectos comestibles en productos de consumo común, es una estrategia que ayudará a aumentar el consumo de éstos. Ayieko y colaboradores (2010) encontraron que hay una tendencia positiva hacia mayor aceptabilidad en la integración de los insectos a alimentos familiares, como productos cárnicos cocidos. Debido a esto resulta idóneo integrar insectos comestibles a productos convencionales como las salchichas.

En la actualidad, la evidencia científica ha mostrado preocupación por los posibles efectos del cambio climático hacia la seguridad alimentaria (Schnitter y Berry 2019). Asimismo, existen claras evidencias de que el ganado rumiante contribuye de manera importante a la producción de gases de efecto invernadero (GEI) (Nieto et al. 2014). Los insectos comestibles producen menos GEI y amoníaco

que el ganado bovino y los cerdos, por lo que, se están considerando como una fuente más ecológica de proteína animal (Oonincx et al. 2010).

En este sentido, la entomofagia adquiere una valía importante debido a que es una nueva tendencia que promete mucho en cuanto a la reducción significativa de contaminación ambiental, aunque uno de sus retos es la reducción de costos en su producción. Los insectos comestibles son comparados a la carne convencional en términos nutricionales; además estos se reproducen más rápido que las reses, en muchos menos espacio y tienen mayor conversión alimenticia. Por otro lado, la producción de insectos comestibles emplea menos alimentos para su crianza, posibilitando tener más alimento disponible destinados para consumo humano. Los insectos comestibles usan hasta un 90% menos de suelo y 10 veces menos de nutrientes por kilogramo de peso comestible en comparación con el ganado bovino (Tabassum-Abbasi et al. 2016).

Las leyes antes mencionaban la restricción de los insectos en algunos alimentos como harinas, las cuales, son consideradas de baja calidad si contienen insectos. Ejemplo de ellos son las harinas de trigo y maíz, en las cuales está prohibido el contenido de insectos (Codex Alimentarius 1985a, 1985b). Debido al potencial que han demostrado la producción y consumo de insectos comestibles, las leyes están y han cambiado respecto a la inclusión de insectos como alimentos. La Unión Europea, basada en los nuevos avances científicos y tecnológicos, incluyó en el 2015 a los insectos y sus partes como alimentos nuevos (Unión Europea 2015). Se han realizado investigaciones sobre la seguridad del consumo de insectos, entre la que se destaca la realizada recientemente por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), sobre el gusano amarillo (*Tenebrio molitor*), donde se concluyó que es seguro consumir dicho insecto (Turck et al. 2021).

Los insectos comestibles nos aportan aminoácidos de alta calidad, proteínas y vitaminas (Mendoza 2014). La harina de grillo posee 67% de proteína, 22% de grasa y 7% fibra (Hyun-Wook et al. 2017). Además, en promedio, los insectos comestibles son prácticamente iguales en cantidad de proteínas (el ganado bobino 20.6% y el grillo de la casa (*Acheta domesticus*) 20.1%), más grasas

polinsaturadas y menos grasa total que el ganado bobino; además, el grillo de la casa tiene más calcio y más del doble del hierro que la carne de res (Payne et al. 2016).

Los insectos comestibles deben recibir un proceso que los transforme en platos sabrosos. Ayieko y colaboradores (2010) reportaron que la mayor limitante en el uso de insectos comestibles es que son estacionarios y perecederos. Por lo que, la producción en masa aseguraría que los insectos sean una fuente constante de proteína más sostenible, la cual se podrá usar como alternativa de materia prima de alto valor nutricional, que pueda ayudar a aumentar el contenido de proteínas y bajar la huella de carbono en productos procesados, como las salchichas.

El hecho de que la institución posee una planta de cárnicos donde se producen salchichas para la venta y el interés constante de esta en el impulso de la sostenibilidad, se ha fomentado la idea del desarrollo de un producto cocido con la integración de materia prima nutritiva y más sostenible, como la harina de grillo y así apoyar la entomofagia. De este modo se podrá reducir el impacto ambiental en la elaboración de salchichas. Por esta razón, se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar el efecto de la sustitución de carne de res por harina de grillo en las características fisicoquímicas de una salchicha emulsificada tipo Frankfurter.

Evaluar la aceptabilidad y preferencia sensorial de las salchichas con diferentes porcentajes de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Evaluar el efecto de la sustitución de carne de res por harina de grillo en las características microbiológicas de las salchichas.

Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación se desarrolló en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (EAP), ubicada en el km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Las salchichas se elaboraron en la Planta de Cárnicos. Los análisis microbiológicos a la harina de grillo y a las salchichas se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ) y los fisicoquímicos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Las pruebas sensoriales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial y en el Centro Estudiantil Smith Falck.

Obtención de la Harina de Grillo

La harina de grillo (Anexo A) se obtuvo de una mipyme denominada CricketFit, ubicada en Chimaltenango, Guatemala.

Análisis Microbiológicos a la Harina de Grillo

E. coli por Vaciado en Placa

Se tomó una muestra representativa de 10 g, a la cual se le agregó 90 mL de buffer de fosfato, y se colocó en el Stomacher por un minuto. Luego, se realizó diluciones seriadas hasta 10-3, usando tubos de ensayo con 9 mL de buffer de fosfato. Se inoculó 1 mL de cada dilución en platos Petri, luego de que todos los platos estaban inoculados, se agregó 15 mL de agar rojo bilis violeta, el cual se distribuyó haciendo movimientos circulares suaves, en dirección hacia y en contra de las manecillas del reloj, hacia adelante y hacia atrás, en una superficie plana; se dejó en reposo durante 5 minutos hasta que el medio de cultivo solidificara, posteriormente, se agregó una segunda capa de agar rojo bilis violeta con MUG. Se dejó en reposo 5 minutos más, y se encubó a 37 °C durante 24 h.

Hongos y Levaduras

Para este análisis se siguió el mismo procedimiento que para *E. coli*, con la variante de que se usó agar rosa de bengala con cloranfenicol, y solo se agregó una capa de agar.

Enterobacterias

Para este análisis se siguió el mismo procedimiento que para *E. coli*, con la variante de que el agar rojo bilis violeta contenía glucosa (ABRG), no MUG.

***Salmonella* spp**

Se usó el análisis tradicional, para lo cual, se tomó una muestra representativa de 25 g de harina de grillo, a la cual se le agregó 225 mL agua peptonada buferada, se homogenizó por 2 minutos en el Stomacher y se dejó reposar una hora a temperatura ambiente y se incubó a 37 °C por 24 horas. Luego, se homogenizó la muestra en un agitador orbital por 5 minutos, se tomó 0.1 mL de la muestra y se inoculó en un tubo que contenía 10 mL de caldo Rapapport Vasiliadis, posteriormente, se incubó a 42 °C por 24 h; de manera simultánea, se tomó 1 mL de la muestra homogenizada en el agitador orbital, y se inoculó en un tubo con 10 mL de caldo tetrationato y se incubó a 37 °C por 24 h. Luego de las 24 horas, se inoculó mediante un asa bacteriológica por la técnica de Frobisher (de las muestras incubadas a 37 y 42 °C) en platos Petri que tenían 15 mL de los agares: xilosa lisina desoxicolato, agar sulfito bismuto y agar entérico hecktoen; estos se incubaron por 24 h a 37 °C. Luego, se seleccionaron las colonias más típicas de *Salmonella* spp, y se inocularon con un asa bacteriológica estéril en punta, en tubos inclinados con agares triple azúcar, agar hierro lisina y caldo urea y se incubaron a 37 °C por 24 h. Por último, se realizó la lectura de los tubos inclinados, y así determinar la ausencia o presencia de *Salmonella* spp.

Proceso Térmico a la Harina de Grillo

Debido a que la harina de grillo presentó recuentos altos de Enterobacterias, se le realizó un proceso térmico en un horno deshidratador marca Nopco modelo 630, a 80 °C por 30 min para reducir la carga microbiana de esta. La harina se colocó a 2.8 cm de altura en bandejas de aluminio. Cada cinco minutos se movió la harina de grillo, para asegurar un calentamiento lo más uniforme posible. Esto de acuerdo con Rose y colaboradores (2012) quienes recomendaron temperaturas entre 80 -170 °C para reducir la carga microbiana de harina de trigo. Luego del proceso térmico se realizaron de nuevo los

análisis microbiológicos a la harina de grillo, para comprobar que estuvieran dentro del rango permitido.

Análisis Químicos a la Harina de Grillo

Análisis de Proteína Cruda

El análisis de proteína se realizó basado en el principio de Kjeldahl, siguiendo el protocolo interno del método oficial AOAC 2001.11. El principio de Kjeldahl se basa en medir el nitrógeno orgánico de las muestras, el cual se multiplica por un factor de conversión de nitrógeno a proteína. El factor de conversión utilizado para determinar la cantidad de proteínas fue 6.25. Los pasos seguidos para obtener la lectura del nitrógeno orgánico fueron: Digestión, destilación y titulación.

Digestión.

Se encendió el digestor FOSS Tecator 20 y se calentó hasta 420 °C. Luego se pesó 1.000 ± 0.005 g de harina de grillo previamente homogenizada, la cual se colocó en un papel parafina, por duplicado, y se dobló con cuidado hasta introducirse en los tubos de digestión. Se agregó dos tabletas Kjletab por tubo, y en la campana de gases del digestor se agregó 15 mL de ácido sulfúrico concentrado utilizando el dispensador calibrado. Se colocaron los tubos en la rejilla de tubos digestores, y se puso el exhaustor sobre los tubos de digestión; la válvula del agua del exhaustor se abrió al máximo. Se bajó con cuidado la rejilla que contenía los tubos digestores, y después de 15 minutos se disminuyó el flujo de agua del exhaustor. Las muestras se digirieron en 60 minutos, las cuales estaban listas (de color verde). Se retiraron los tubos del digestor para su enfriamiento, y se les colocó papel aluminio para evitar la volatilización de nitrógeno.

Destilación.

Se usó el destilador FOO Kjeltec 8100. Las muestras se destilaron usando la opción del Programa 1, usando los parámetros del Cuadro 1. Se calibró el destilador con dichos parámetros, y se colocó cada tubo digestor (independientes) con ayuda de pinzas en el destilador. Se colocó un matraz Erlenmeyer de 300 mL al destilador. Luego de los 4 minutos, se retiró el tubo con ayuda de las pinzas

(se debe tener cuidado porque se calienta), y se lavó las mangueras del digestor con agua destilada. Se retiró el matraz Erlenmeyer del destilador, para su posterior titulación. Se volvió a meter el duplicado y otro Erlenmeyer de 300 mL, para su destilación.

Cuadro 1

Parámetros y cantidades del Programa 1 del destilador para el análisis de proteína.

Parámetros	Cantidades
Tiempo	4 minutos
Agua destilada	80 mL
NaOH al 40%	50 mL
H3BO3	30 mL

Titulación.

Se llenó la bureta con 50 mL de ácido clorhídrico al 0.1 N. Al matraz Erlenmeyer se le agregó una barra agitadora, y se colocó encima de un agitador magnético el cual se encendió para tener una agitación constante en la titulación. Se titularon las muestras hasta que llegaron a un color violeta suave (antes de tornarse rosado), descargando volúmenes pequeños de ácido clorhídrico. Se anotó el volumen de ácido gastado, y se procedió a calcular el porcentaje de nitrógeno (%N) usando la Ecuación 1 y para calcular el porcentaje de proteína de la harina de grillo se usó la Ecuación 2.

$$\%N = NHCL \times \frac{Tc}{M} \times \frac{14g}{mol} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

Tc= Volumen de ácido corregido

N= Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado

M= Peso de la muestra

$$Proteína\ (\%) = \%N \times 6.25 \quad [2]$$

Análisis de Grasa

El análisis de grasa se realizó por duplicado siguiendo el protocolo interno del método oficial AOAC 991.36. Se pesaron 10 g de muestra de harina de grillo y 2 g de celite, y se colocaron en un Erlenmeyer de 300 mL, al cual se le agregó, dentro de una campana de gases, 150 mL de HCl al 8 N.

Esta mezcla se calentó en una plancha por 45 minutos, hasta que se presenció un color marrón oscuro negro, luego se dejó enfriar.

La muestra fría se filtró para recuperar el celite. Para esto se usó un quitosano al que se le colocó un embudo de cerámica con 2 filtros de papel café, y se aplicó presión de vació para succionar la muestra. Al embudo se agregó la mitad de la muestra, y a la otra mitad que quedó en el Erlenmeyer se le adicionó agua desionizada hasta llenar el Erlenmeyer; este proceso de dilución en el filtrado se hizo hasta que la muestra en el Erlenmeyer quedó de color traslucido (aproximadamente tres veces). Una vez recuperado el celite en el doble filtro de café, se colocaron en una bandeja de aluminio y se dejaron secar a temperatura ambiente; luego se recolectó todo el celite con una espátula y se depositó en un Erlenmeyer de 300 mL donde se le adicionó 120 mL de dietil éter y se dejó en un agitador magnético por una hora.

Mientras la muestra estaba bajo agitación, se rotularon y pesaron dos balones y se anotó su peso vacío, estos se secaron en un horno de convección a 105 °C por 30 minutos y se dejaron enfriar en un desecador. Una vez fríos los balones, se transfirieron a la campana de gases y se le colocó un embudo de plástico, al cual se le puso dos filtros de café con 10 g de sulfato de sodio. Se agitó la muestra y se filtró, luego el balón se tapó con papel parafil. Una vez filtrado se colocó en el roto evaporador, a una presión de vacío de 850 mbar, un baño maría a 50 °C y el refrigerante a 10 °C hasta que quedara solo la grasa en el balón. Luego de la roto evaporación se colocaron los balones 1 hora en el horno de convección, se dejó enfriar y se pesó. La grasa se calculó por diferencia de peso de acuerdo con la Ecuación 3 (Ecuación para obtener el porcentaje de grasa de la harina de grillo).

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{\text{Balon + Muestra - Balon vacío}}{\text{g Muestra}} \times 100 \quad [3]$$

Análisis de Humedad

El análisis de humedad se realizó usando un horno de convección de aire forzado Fisher Scientific, en un rango de temperatura de 100 - 105 °C, siguiendo el método oficial AOAC 950.46. Para esto, se tomó una muestra por duplicado de 3.000 ± 0.005 g de harina de grillo, la cual se colocó en

un crisol de porcelana previamente secado 24 h, el crisol con la muestra se colocó en un horno de convección a 100 - 105 °C por 18 h. Luego se dejaron enfriar los crisoles con las muestras en desecadores por 15 min y se pesaron para poder obtener el dato de humedad por diferencia de peso. El valor de humedad se calculó usando la Ecuación 4.

$$\%H = \frac{(C+MH) - (C+MS)}{(C+MH) - (C)} \times 100 \quad [4]$$

Donde:

C: Crisol

MS: Materia seca

MH: Materia húmeda

Formulación de Tratamientos

Formulación Porcentual

Se usaron cuatros tratamientos, de los cuales, la variante era la cantidad de carne de res y harina de grillo. Para la formulación, se usó como control (salchicha con 0% de harina de grillo) la salchicha tipo Frankfurter que se realiza en la Planta de Cárnicos, y los otros tres tratamientos consistían en: sustitución de 5, 10 y 15% de carne de res por harina de grillo (Cuadro 2). Los porcentajes de harina de los tratamientos se determinaron en base al estudio realizado por Hyun-Wook y colaboradores (2017) donde encontraron que a una sustitución del 10% de harina de grillo encontraron mejoras en el perfil nutricional y mantenimiento de algunos atributos de textura. Por ello, se quería conocer el comportamiento de la sustitución de carne de res por harina de grillo.

Cuadro 2

Formulación de los diferentes tratamientos de salchichas tipo Frankfurter con sustitución de carne de res por harina de grillo.

Ingredientes	Tratamientos (porcentaje de sustitución)			
	0% (Control)	5%	10%	15%
Res 2	17.94	17	16.15	15.25
Harina de grillo	0	0.9	1.79	2.69
CDM	45.49	45.5	45.49	45.49
Cerdo 3	14.36	14.4	14.36	14.36
Hielo	13.55	13.6	13.55	13.55
Almidón	3.36	3.36	3.36	3.36
Sal	1.96	1.96	1.96	1.96
Lactato de sodio	1.48	1.48	1.48	1.48
Azúcar	0.9	0.9	0.9	0.9
Pimienta negra	0.25	0.25	0.25	0.25
Polifosfato	0.49	0.49	0.49	0.49
Humo en polvo	0.11	0.11	0.11	0.11
Cochinilla	0.06	0.06	0.06	0.06
Eritorbato de sodio	0.04	0.04	0.04	0.04
Nitrito de sodio	0.01	0.01	0.01	0.01
Total (%)	100%	100%	100%	100%

Nota. Res 2: Recortes carne de res con proporción de carne y grasa (60:40). CDM: Carne Mecánicamente Deshuesada de pollo.

Cerdo 3: Recortes carne de cerdo con proporción de carne y grasa (5:95).

Formulación en Gramos

Por cada tratamiento se elaboró 1814.37 g (4 lb) de salchicha (Cuadro 3) en cada una de las tres repeticiones. Las salchichas elaboradas fueron distribuidas para realizar los análisis microbiológicos, sensoriales y fisicoquímicos.

Cuadro 3

Formulación en gramos de los diferentes tratamientos de salchichas tipo Frankfurter con sustitución de carne de res por harina de grillo.

Ingredientes	Cantidad de ingredientes (gramos)			
	0% (Control)	5%	10%	15%
Res 2	325.50	309.22	292.95	276.67
Harina de grillo	0.00	16.27	32.55	48.82
CDM	825.36	825.36	825.36	825.36
Cerdo 3	260.51	260.51	260.51	260.51
Hielo	245.85	245.85	245.85	245.85
Almidón	60.96	60.96	60.96	60.96
Sal	35.56	35.56	35.56	35.56
Lactato de sodio	26.85	26.85	26.85	26.85
Azúcar	16.33	16.33	16.33	16.33
Pimienta negra	4.54	4.54	4.54	4.54
Polifosfato	8.89	8.89	8.89	8.89
Humo en polvo	2.00	2.00	2.00	2.00
Carmín (cochinilla)	1.09	1.09	1.09	1.09
Eritorbato de sodio	0.73	0.73	0.73	0.73
Nitrito de sodio	0.22	0.22	0.22	0.22
Total (gramos)	1814.37	1814.4	1814.4	1814.4

Nota. Res 2: Recortes carne de res con proporción de carne y grasa (60:40). CDM: Carne Mecánicamente Deshuesada de pollo.

Cerdo 3: Recortes carne de carne de cerdo con proporción de carne y grasa (5:95).

Elaboración de las Salchichas

Procedimiento

Se usó el procedimiento utilizado por la Planta de Cárnicos de Zamorano para realizar salchichas tipo Frankfurter, el cual se detalla en la Figura 1.

Pesado de Materia Prima Cárnica y Hielo.

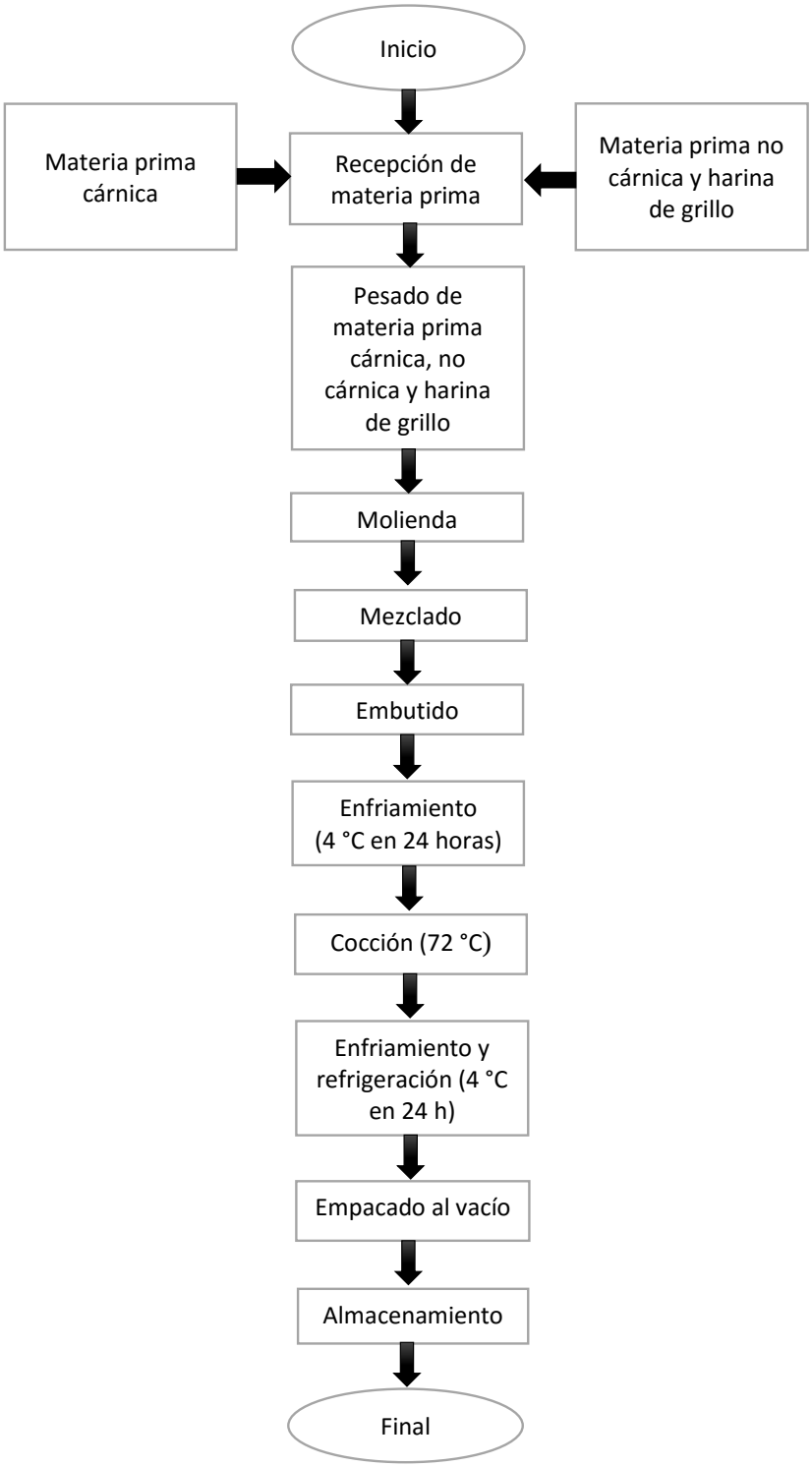
Se pesaron las materias primas cárnicas y el hielo en una balanza marca OHAUS modelo V41PWEGT.

Pesado de Materia Prima No Cárnica y Harina de Grillo.

La materia prima no cárnica, así como la harina de grillo se pesaron en una balanza marca OAHUS, modelo SPX421.

Figura 1

Flujo de proceso de elaboración de las salchichas tipo Frankfurter.



Molienda de Materia Prima Cárnica.

Las materias primas cárnicas fueron trituradas en un molino marca Hobart, modelo 4822, con un disco 3/16.

Mezclado.

El mezclado se hizo en un cutter (cortadora silenciosa) marca Hobart, modelo 84186. Se agregaron las materias primas cárnicas. Se le agregó la mitad del hielo, posteriormente, se añadieron los condimentos de la formulación de la salchicha tipo Frankfurter y finalmente, se agregó el hielo restante.

Embutido.

La masa se embutió en fundas de celulosa de 28 mm en una embutidora marca LEM. Estas fueron amarradas manualmente con hilo de Nylon.

Cocción.

Las salchichas fueron cocidas en una marmita a presión marca VULCAN, modelo EC-10TW con agua a temperatura de 80 °C por 15 minutos y se aseguró que la temperatura del centro geotérmico de la salchicha llegara a 72 °C; debido a que, para evitar enfermedades transmitidas por alimentos los embutidos que contienen carne de res y de cerdo deben cocinarse a una temperatura mínima de 71.1 °C (USDA 2011). La temperatura se monitoreó con un termómetro marca Cooper, modelo DFP450w, el cual tenía un rango de temperatura de -40 a 232 °C.

Enfriamiento y Refrigeración.

Una vez finalizada la cocción, las salchichas se enfriaron con un baño de hielo por cinco minutos, posteriormente, se refrigeraron para asegurar que llegaran a 4 °C en un periodo de no más de 24 horas.

Empaque.

Las salchichas se empacaron al vacío (Anexo B) en bosas de doble capa de polietileno de baja densidad, con una capa de nylon en el centro. Se utilizó una empacadora marca ULTRAVAC, modelo UV-2100.

Almacenamiento.

Las salchichas se refrigeraron en un cuarto frío 1 ± 1 °C, hasta obtenidos los resultados de los análisis microbiológicos.

Análisis Microbiológicos a las Salchichas

Coliformes Totales y Mesófilos Aerobios Totales por Vaciado en Placa

Se usó el mismo procedimiento utilizado para la harina de grillo. En el caso de los Mesófilos aerobios totales, el agar que se utilizó fue agar cuenta estándar, sin segunda capa, y las placas Petri de este análisis se incubaron a 37 °C por 48 horas.

Análisis Sensorial Afectivo

Prueba de Aceptación

Se usó una escala hedónica lineal de 9 puntos (Anexo C), siendo 1 me disgusta extremadamente, 5 no me gusta ni me disgusta y 9 me gusta extremadamente. Se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general. Las muestras se presentaron de manera estandarizada, el orden de presentación a los panelistas fue balanceado y al azar; se elaboró una boleta para instruir a los panelistas. Participaron 108 consumidores, en su totalidad estudiantes de Zamorano.

Prueba de Preferencia

Para la prueba de preferencia, se les pidió a los panelistas que indicaran cuál de las muestras prefirieron; esta elección la hicieron en la misma boleta utilizada para la prueba de aceptación.

Análisis Fisicoquímicos a las Salchichas

Perfil de Textura

Se analizó el perfil de textura con el equipo Brookfield CT3/Instron, se usó la sonda TA50 y el elemento TA-SBA (guillotina). Se midió dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad. Las muestras fueron cortadas en bloques de 2 × 2 × 4 cm, con una carga de activación 0.03 N, velocidad de 5 mm/s, con un valor meta de 70% de deformación.

Análisis de Humedad

El análisis de humedad se realizó usando un horno de convección de aire forzado Fisher Scientific, en un rango de temperatura de 100 - 105 °C, siguiendo el método oficial AOAC 950.46. Para esto, se tomó una muestra triturada y homogenizada de cada tratamiento de 3 ± 0.005 g de, la cual se colocó en crisoles de porcelana previamente secados 24 h, los crisoles con las muestras se colocaron en un horno de convección entre 100 y 105 °C por 18 h. Luego se dejaron enfriar los crisoles con las muestras en desecadores por 15 min, y se pesaron para poder obtener el dato de humedad por diferencia de peso. El valor de humedad se calculó usando la Ecuación 4.

Color

Se realizó la medición del color usando el equipo Colorflex Hunter Lab, modelo 45, serie Cx0687. Se midieron los valores L, a, b. EL valor L midió la luminosidad, siendo 0 (negro) y 100 (blanco), el a una escala cromática de +60 (rojo) a -60 (verde), y el b una escala cromática de +60 (amarillo) a -60 (azul). También se calculó ΔE, de acuerdo con la Ecuación 5.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2\ (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \qquad [5]$$

Diseño Experimental

El experimento se realizó usando un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA). Se hicieron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza, con separación de medias Tukey y una prueba de Chi-Cuadrado para la Evaluación Sensorial de Preferencia. Se usó una significancia del 95%. Los datos fueron analizados con el programa de estadística SAS (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés), en su versión 9.4.

Análisis de Costos Variables

Para la estimación de los costos variables se sumaron los precios proporcionados por la Planta de Cárnicos de los ingredientes de la formulación de la salchicha tipo Frankfurter y el costo de la harina de grillo, en base a 1 kilogramo de producto. El costo de harina usado fue el proporcionado por una empresa llamada Chapul, la cual se dedica a producir diferentes productos con grillo, como barras de proteínas y también venden harina de grillo al por mayor. Se usó dicho precio porque es representativo del mercado. El precio pagado por la harina de grillo en este estudio no representa el precio de venta, debido a que solo se compró 1 libra de harina de grillo.

Resultados y Discusión

Análisis Microbiológicos a la Harina de Grillo

Enterobacterias

Las Enterobacterias son un grupo importante de bacterias que sirven como indicadores de higiene en la industria alimentaria, las cuales causan deterioro en los alimentos, y pueden causar efectos negativos en la salud (Singh y Anand 2020). El recuento de Enterobacterias en la harina de grillo luego del proceso térmico a esta fue de 3.45 log UFC/g (Cuadro 4), lo cual está dentro del rango permitido por la FASC (2014) sobre límites microbiológicos de insectos comestibles comercializados en Bélgica, que permite 5 log UFC/ g de Enterobacterias. Klunder y colaboradores (2012) escaldaron grillos enteros y luego de 5 minutos se eliminaron por completo el recuento de Enterobacterias. Esta falta de eliminación completa de Enterobacterias pudo ser resultado de una falta de escaldado en los grillos.

Cuadro 4

Conteos microbiológicos a la harina de grillo antes y después del tratamiento térmico a 80 °C por 30 minutos.

Harina de grllo	Conteo microbiológico (log UFC/g)				
	Enterobacterias	*E. coli*	Hongos	Levaduras	*Salmonella* spp
Antes	5.18	1.85	1.69	3.08	NR£
Después	3.45	0.85	0.85	4.98	Ausencia/25 g

Nota. NR£: No Realizado

E. coli

El conteo microbiológico de *E. coli* luego del proceso térmico a la harina de grillo fue de 0.85 log (Cuadro 4), lo que resultó en una disminución de 1 log UFC/g. Los conteos de *E. coli* antes y después del proceso térmico estaba dentro de los límites microbiológicos establecidos por la CFIA (2018) sobre los límites microbiológicos a insectos comestibles, el cual es de 2 log UFC/g. Torcori y colaboradores (2014) no encontraron presencia de *E. coli* en 38 muestras de insectos comestibles. A pesar de que la harina de grillo estaba dentro del límite permitido, la presencia de *E. coli* pudo deberse a una

contaminación en el envasado de la harina de grillo, debido a que este microorganismo se encuentra en el ambiente.

Hongos

Los hongos son de interés en la industria alimentaria por el deterioro que causan a los alimentos y la posible producción de micotoxinas, que de pasar los límites permitidos causan daño a la salud del consumidor. El conteo microbiológico tanto antes como después del proceso térmico fue menor a 2 log UFC/g, lo que está dentro de lo permitido, de acuerdo con la FASC (2014), que permite hasta 5 log UFC/g de hongos en harinas y polvos derivados de insectos. Estos conteos dentro del rango permitido para hongos en ambos productos, puede ser resultado de un proceso térmico adecuado en ambas harinas, para asegurar su inocuidad y la larga vida útil de estos productos.

Levaduras

Estas presentaron un aumento de aproximadamente 2 log UFC/g (Cuadro 4), mostrando un conteo microbiológico luego del proceso térmico de 4.98 log UFC/g, lo cual está casi en límite permitido por la FASC (2014), que permite 5 log UFC/g en levaduras. Vandeweyer y colaboradores (2017) encontraron más de 7 log UFC/g de levaduras en grillos frescos de siete productores en Bélgica; lo que demuestra un reto en el procesamiento de insectos comestibles para asegurar su inocuidad. Los conteos microbiológicos son más altos en insectos en polvo que en insectos fritos y cocidos, por lo que los polvos de insectos deben llevar un proceso térmico antes de su consumo (Grabowski y Klein 2017b). Los resultados de aumento en el conteo de levaduras luego del proceso térmico pudieron ser resultado de un error experimental en el análisis de levaduras antes del proceso térmico, debido a que no se han encontrado reportes que expliquen dicho suceso.

Salmonella spp

La *Salmonella* es un patógeno gran negativo que puede causar problemas de suma importancia en la industria de alimentos por su posible presencia en varios alimentos, los cuales no son posibles utilizar como materia prima en caso de que este patógeno esté presente. El análisis de *Salmonella* luego del proceso térmico a la harina de grillo fue negativo/25 g (Cuadro 4). La ausencia

de *Salmonella* es requerida para poder usar insectos comestibles en la preparación de otros alimentos, o ingerir los insectos enteros, acorde con la CFIA (2018), que establece que los insectos comestibles deben presentar ausencia de *Salmonella* en 25 g de muestra. En congruencia, Torcori y colaboradores (2014) y Grabowski y Klein (2017a) no encontraron presencia de *Salmonella* en grillos adultos y en 38 muestra de insectos procesados, respectivamente. La ausencia de *Salmonella* en los insectos comestibles puede ser resultado de las buenas prácticas en la crianza de estos, y del proceso de secado, en el caso de los insectos que se someten a tratamientos térmicos.

Análisis Químicos a la Harina de Grillo

Humedad

La humedad es un parámetro de mucha importancia en la industria de los alimentos por su relación con la calidad y vida útil de los alimentos. La humedad de la harina de grillo fue 5.10 (Cuadro 5), la cual entra en la norma para otras harinas comerciales como las harinas de trigo y de maíz, que deben tener máximo 15.5% de humedad (Codex Alimentarius 1985a, 1985b). De forma similar a este estudio, Hyun-Wook y colaboradores (2016) encontraron que la humedad de la harina de las larvas del gusano de la harina y del gusano de seda fueron de 5.41 y 6.14%, respectivamente. Estos resultados parecidos pudieron deberse al posible secado similar de estas harinas de insectos.

Grasa

La grasa de la harina de grillo fue de 8.20% (Cuadro 5). El contenido de grasa es importante por la cremosidad y suavidad que imparte a los productos. En desacuerdo con este estudio, Carolyne y colaboradores (2017) encontraron que la grasa de grillo en polvo cosechados a las semanas 9 y 13 tenían 25 y 12% de grasa, respectivamente. Como observamos, a mayor tiempo de crianza, el contenido de grasa baja drásticamente, por lo que el contenido de grasa más bajo en este estudio que lo reportado por estos autores pudo ser por un periodo más largo de crianza de los grillos utilizados para hacer la harina de grillo en el presente estudio.

Proteína

La proteína de la harina de grillo fue 68.23% (Cuadro 5). Esta harina puede compararse a los concentrados proteicos de soya, los cuales tienen un mínimo de 65% de proteína (Codex Alimentarius 1989). Estos resultados favorecen el consumo de harina de grillo, por su buen aporte de proteínas. Similar a esto, Hyun-Wook y colaboradores (2017) reportaron que el contenido de proteína de la harina de grillo era de 67%. Además, Carolyne y colaboradores (2017) reportaron que la harina de grillo tenía 60.67% de proteína, la cual depende de la edad de cosecha de los grillos. Estas similitudes pueden ser resultado de la alimentación similar de los grillos, debido a que esta tiene influencia en la cantidad de proteína final de los grillos.

Cuadro 5

Resultados de los análisis químicos a la harina de grillo.

Harina de grillo	Humedad (%) Promedio ± DE	Grasa (%) Promedio ± DE	Proteína (%) Promedio ± DE
	5.10 ± 0.49	8.20 ± 0.64	68.23 ± 0.13
CV (%)	9.52	7.77	0.19

Nota. CV: Coeficiente de Variación. DE: Desviación Estándar.

Análisis Microbiológicos a las Salchichas

Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA)

La adición de harina de grillo a las salchichas tipo Frankfurter no afectó el conteo microbiológico de BMA (Cuadro 6). La cantidad de BMA fue menor a 3.40 log UFC/g en todos los tratamientos, lo cual, está dentro del rango establecido por el Ministerio de Salud del Perú (2003), que permite 5.69 log UFC/g de BMA en productos cocidos. Las bacterias mesófilas aerobias sirven como indicadores de calidad luego del proceso térmico, esto para conocer si hubo contaminación luego de este. Becerril Sánchez y colaboradores (2019) encontraron entre 7 - 8 Log UFC/g de BMA en un chorizo rojo tradicional de Toluca, México, que estaba en diversos puntos de ventas. Estos recuentos altos pueden ser resultado de un mal manejo en el almacenamiento de este chorizo, falta de un proceso térmico adecuado, una materia prima inadecuado, o la combinación de estos factores.

Cuadro 6

Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA) a las salchichas tipo Frankfurter, expresado en logaritmo.

Tratamientos	BMA (log UFC/g) Promedio ± DE (NS)
0%	3.19 ± 0.08
5%	2.97 ± 0.31
10%	2.97 ± 0.57
15%	3.35 ± 0.47
CV (%)	10.31

Nota. CV: Coeficiente de Variación. DE: Desviación Estándar. NS: No Significativo (P > 0.05).

Tratamientos: 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Coliformes Totales

Los Coliformes son un grupo de microorganismos usados ampliamente como indicadores de la posible presencia de patógenos en alimentos. El conteo de Coliformes totales fue <10 UFC/g en todos los tratamientos, en sus tres repeticiones, por lo que la adición de harina de grillo no influyó en el conteo de Coliformes totales. El conteo de Coliformes totales está dentro de los límites permitidos por la Norma Técnica Colombiana que permite hasta 3 log UFC/g en productos cocidos como las salchichas (Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación 1998). En coherencia con este estudio, Oliveira Filho (2010), encontraron <10 UFC/g de Coliformes totales en salchichas elaboradas con tilapia. Esto pudo ser resultado de la eficiencia del proceso térmico, el cual fue a 72 °C en ambos procesos, lo cual asegura la eliminación de microorganismos que pueden causar daños a la salud o deteriorar el producto, como los Coliformes.

Evaluación Sensorial

Prueba Sensorial de Apariencia

Todos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en apariencia, (P ≤ 0.5), donde el tratamiento control fue el que mayor puntuación recibió, con valores entre 7 (me gusta moderadamente) y 8 (me gusta mucho). El tratamiento menor valorado fue el de 15% de harina de

grillo, el cual obtuvo una puntuación cercana a 6 (me gusta levemente). En contraste, Bawa y colaboradores (2020) encontraron que la sustitución de 10% de trigo por harina de grillo en galletas y panes no afecta la apariencia. Esta discrepancia puede estar influenciada directamente por el color más oscuro que presentaban las salchichas a mayor contenido de harina de grillo, debido a que en las salchichas el color rojo suele ser más valorado y apetecido por los consumidores, por la relación directa que le dan con el contenido de carne.

Prueba Sensorial de Color

Todos los porcentajes de sustitución de carne de res por harina de grillo tuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). El tratamiento control (0%) recibió una valoración de 7.48, la cual está entre me gusta moderadamente y me gusta mucho. El tratamiento de 15% fue el que menor puntuación recibió, con un valor cercano a 6 (me gusta levemente). Castro Delgado y colaboradores (2020) incluyeron harina de grillo en galletas y encontraron que mientras más inclusión de harina de grillo había en las galletas, menor puntuación en el color tenían. Del mismo modo, Keto y colaboradores (2018) encontraron que al remplazar carne de cerdo por harina de grillo en una salchicha estilo Polaco los panelistas percibieron un color oscuro en las salchichas con harina de grillo. La baja puntuación del color a las salchichas con harina de grillo en esta investigación puede ser por el color gris oscuro que tiene la harina de grillo, el cual influyó en el color de estas. El color de la carne y sus derivados es un parámetro de calidad que tiene efectos en la elección de estos (Pinzón-Zárate et al. 2015); por lo que se debe tener muy en cuenta al momento de reemplazar compuestos cárnicos que puedan cambiar el color de los embutidos. Por esto se debería adicionar más color natural de cochinilla a las salchichas con harina de grillo, hasta que estas tengan un equilibrio de color con las salchichas sin harina de grillo.

Prueba Sensorial de Olor

El olor es un atributo preciado al momento de consumir un alimento. La sustitución de 10% de carne de res por harina de grillo afectó el olor de las salchichas (Cuadro 7). La salchicha control recibió una puntuación de siete (me gusta moderadamente), y la salchicha con 15% de harina de grillo recibió 6.44, la cual está más cercana a 6 (me gusta levemente). Bawa y colaboradores (2020)

sustituyeron harina de trigo por harina de grillo en panes y galletas, y encontraron que con 10% de harina de grillo no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) en olor. La diferencia en el olor pudo ser resultado de que la harina de grillo presentaba un olor fuerte, distinto al de la carne de res.

Prueba Sensorial de Textura

Un aspecto a considerar a la hora de aceptar o rechazar un alimento es su textura, ya que ésta es una mezcla de los elementos relativos a la estructura del mismo y la manera como se relacionan con los sentidos fisiológicos (Torres et al. 2015). A una sustitución del 10% de carne de res por harina de grillo la textura se vio influenciada ($P \leq 0.05$) referente a la salchicha control. El tratamiento control tuvo una puntuación entre siete y ocho (me gusta moderadamente y me gusta mucho) y el tratamiento de 15% entre seis y siete (me gusta levemente y me gusta moderadamente. Contrario a esto, Bawa y colaboradores (2020) sustituyeron 10% de harina de trigo por harina de grillo en un pan y galleta, y los consumidores no encontraron diferencias en cuanto a textura. Estas discrepancias pueden estar influenciada por el color oscuro de las salchichas, lo cual, pudo afectar la evaluación de los otros aspectos relacionados con la textura.

Prueba Sensorial de Sabor

El sabor es un atributo de suma importancia para que los consumidores de un producto decidan volver a adquirirlo. La sustitución de 0, 5 y 10% de carne de res por harina de grillo no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el atributo de sabor (Cuadro 7) y recibieron una puntuación entre 7 (me gusta moderadamente) y 8 (me gusta mucho). Las salchichas con 15% de harina de grillo, fue diferente a las demás ($P \leq 0.05$), la cual tuvo la puntuación más baja, entre 6 (me gusta levemente) y 7 (me gusta moderadamente). Castro Delgado y colaboradores (2020) realizaron un estudio en México, EUA y España, donde sustituyeron harina de trigo por harina de grillo en galletas con chispas de chocolate, y encontraron que a los panelistas les gustó las galletas con 15% de harina de grillo, pero este agrado se vio disminuido con galletas que tenían 30% de harina de grillo. Similar a esto, Bawa y colaboradores (2020) encontraron que el sabor no se vio afectado en panes con 10% de harina de grillo, pero estos se vieron afectados al tener 15% de harina de grillo.

Cuadro 7

Evaluación sensorial a las salchichas tipo Frankfurter.

Tratamientos	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación general
	Promedio ± DE	Promedio ± DE	Promedio ± DE	Promedio ± DE	Promedio ± DE	Promedio ± DE
0%	7.56 ± 1.38 a	7.48 ± 1.36 a	7.05 ± 1.67 a	7.24 ± 1.51 a	7.50 ± 1.33 a	7.54 ± 1.24 a
5%	6.94 ± 1.40 b	6.70 ± 1.40 b	6.82 ± 1.57 ab	6.90 ± 1.50 ab	7.39 ± 1.43 a	7.19 ± 1.26 b
10%	6.41 ± 1.69 c	6.11 ± 1.61 c	6.68 ± 1.700 bc	6.69 ± 1.50 bc	7.23 ± 1.65 a	6.87 ± 1.41 b
15%	5.94 ± 1.67 d	5.82 ± 1.67 c	6.44 ± 1.74 c	6.40 ± 1.69 c	6.48 ± 1.92 b	6.50 ± 1.54 c
CV (%)	17.16	17.15	14.44	16.89	16.30	13.94

Nota. CV: Coeficiente de Variación. DE: Desviación Estándar. abc: Promedios con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Valores y significado del análisis sensorial: 1= Me disgusta extremadamente, 2= Me disgusta mucho, 3= Me disgusta moderadamente, 4= Me disgusta levemente, 5= No me gusta ni me disgusta, 6= Me gusta levemente, 7= Me gusta moderadamente, 8= Me gusta mucho, 9= Me gusta extremadamente.

Tratamientos: 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

La menor puntuación en el sabor de las salchichas con 15% de harina de grillo, puede ser porque esta era la que más cantidad de harina de grillo tenía, lo que pudo llevar a una reducción del sabor característico de las salchichas, influenciado por el alto contenido de harina de grillo.

Prueba Sensorial de Aceptación General

Todos los tratamientos fueron diferentes a la salchicha control (Cuadro 7) la cual recibió la puntuación más alta en aceptabilidad general, entre 7 (me gusta moderadamente) y 8 (me gusta mucho). La salchicha que menor puntuación recibió fue la que mayor cantidad de harina de grillo tenía (15%), entre 6 (me gusta levemente) y 7 (me gusta moderadamente). En discrepancia a esto, Castro Delgado y colaboradores (2020), realizaron un estudio en México, EUA y España, donde al sustituir 15% de harina de trigo por harina de grillo en galletas con chispas de chocolate, encontraron que estas tuvieron la misma o mayor aceptación que la galleta sin harina de grillo. Así mismo, Alemu y colaboradores (2017) realizaron un estudio en Kenia, donde sustituyeron harina de trigo por harina de grillo en bollos, y encontraron que los consumidores les gustó más los bollos con 5% de harina de grillo. Estas diferencias pueden ser resultado de la matriz alimenticia, debido a que la harina de trigo y la harina de grillo, tiene mayores similitudes físicas en comparación con la harina de grillo y la carne de res.

Prueba Sensorial de Preferencia

La preferencia de un alimento está influenciada por un conjunto de factores, entre los cuales se destaca su apariencia. El tratamiento control (0% harina de grillo) fue el preferido por los panelistas (Cuadro 8). En contraste con este estudio, Alemu y colaboradores (2017) sustituyeron harina de trigo por harina de grillo en bollos, y encontraron que los consumidores preferían los bollos con 5% de harina de grillo. Esta discrepancia puede ser debido a que los bollos pueden hacerse con diversas harinas, lo cual los haría más habitual a tener una variación en su apariencia, o color, pero en los embutidos es de esperar un color más rojo, lo cual los consumidores lo asocian con mejor calidad.

Cuadro 8

Prueba de Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia a las salchichas tipo Frankfurter.

Tratamientos	Panelistas (%)
0%	50.93 a
5%	27.78 b
10%	12.96 c
15%	8.33 c
Chi-cuadrado	47.63

Nota. [abc]: Promedios con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (P ≤ 0.05).

Tratamientos: 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Análisis de Color

La aceptación de los productos no solo depende de la formulación y los ingredientes, sino también del color de estos (Bawa et al. 2020). La sustitución de carne de res por harina de grillo en las salchichas tipo Frankfurter tuvieron diferencias significativas (P ≤ 0.05) en los valores L, a, b (Cuadro 9).

Cuadro 9

Análisis de color a las salchichas tipo Frankfurter.

Tratamientos	Parámetros			
	L	a	b	ΔE
	Promedio ± DE	Promedio ± DE	Promedio ± DE	Promedio ± DE
0%	55.54 ± 1.08 a	8.36 ± 0.61 a	14.45 ± 0.53 a	-
5%	53.62 ± 0.60 ab	7.71 ± 0.46 ab	14.45 ± 0.67 a	2.16 ± 1.19 c
10%	51.91 ± 0.56 bc	6.51 ± 0.33 b	14.11 ± 0.63 ab	4.24 ± 0.89 b
15%	50.16 ± 0.46 c	6.53 ± 0.56 b	13.68 ± 0.61 b	5.86 ± 1.25 a
CV (%)	1.54	7.90	1.71	10.49

Nota. No aplica. CV: Coeficiente de Variación. DE: Desviación Estándar.

[abc]: Promedios con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (P ≤ 0.05).

Tratamientos: 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Valor L

El valor L para la salchicha control (0%) fue de 55.58, y para el tratamiento del 15% fue de 50.16 (Cuadro 9), por lo que se observa una disminución en el valor L, lo cual indica que, a mayor contenido de harina de grillo, las salchichas tenían menos luminosidad. De forma similar, Bawa y colaboradores (2020) encontraron que al sustituir harina de trigo por harina de grillo en pan y galleta, el valor L disminuía. Esta disminución en la luminosidad puede ser por el color oscuro característico de la harina de grillo.

Valor a

El valor a fue menor a mayor cantidad de harina de grillo. El tratamiento 0% (control) en el valor a fue de 8.36, y en el tratamiento de 15% fue 6.53 (Cuadro 9). La sustitución de harina de trigo por harina de grillo, de la misma forma, disminuye el valor a (Bawa et al. 2020). El valor a de las salchichas nos indica el nivel de rojo (al ser a positivo) en ellas. Esta disminución pudo ser resultado de la menor cantidad de carne de res en los tratamientos diferentes al control, la cual aporta mioglobina, y esta reacciona con el nitrito de sodio al final de la cocción, y forma el nitrosilhemocromo, que da un color rosado permanente a los embutidos.

Valor b

La sustitución de 10% de carne de res por harina de grillo no mostró diferencias en cuanto al valor b respecto al control, pero al aumentar a 15% el contenido de harina de grillo, este valor fue significativamente diferente. El tratamiento control tuvo un valor b de 14.15 y el de 15% de13.68 (Cuadro 9). En contraste, Bawa y colaboradores (2020) encontraron que al sustituir harina de trigo por harina de grillo en panes y galletas, modifica el valor b, aún en cantidades del 5%. Hyun-Wook y colaboradores (2016), encontraron que al sustituir 10% de carne de cerdo por harina del gusano de seda y harina del gusano de la harina en una salchicha emulsificada el valor b aumentaba, en comparación a la salchicha control. Esta discrepancia de estos estudios con los datos obtenidos en esta investigación pudo estar relacionada con la diferencia de color entre la harina de grillo y las

harinas utilizada por dichos investigadores, debido a que, por ejemplo, el gusano de la harina también se le conoce como el gusano amarillo de la harina.

ΔE

El ΔE es un parámetro que se utiliza para saber que tanto se aleja la combinación de los valores L, a, b de una muestra con relación en una muestra referencia. Todos los tratamientos fueron diferentes al control en relación con ΔE, siendo el tratamiento de 15% el que más está alejado del control, con un ΔE de 5.86 (Cuadro 9). Bawa y colaboradores (2020), en concordancia con este estudio, encontraron diferencias en ΔE al sustituir harina de trigo por harina de grillo en pan y galleta. Estos resultados pueden ser por la razón de que la harina trigo tiene un color oscuro, que es diferente al color de la harina de trigo y la carne de res.

Análisis de Perfil de Textura a las Salchichas Tipo Frankfurter

La sustitución de las diferentes proporciones carne de res por harina de grillo no afectó la textura de las salchichas tipo Frankfurter (Cuadro 10). Hyun-Wook y colaboradores (2017), por el contrario, encontraron que al sustituir carne de cerdo por harina de grillo aumenta la dureza y masticabilidad de productos emulsificados. Esta discrepancia puede ser resultado de la diferencia en las formulaciones, debido a que su formulación incluía menor cantidad de fosfatos, el cual ayudan a retener humedad y a aumentar el pH de las salchichas, lo cual ayuda a la mayor retención de agua de las proteínas de la harina de grillo. Asimismo, el contenido de harina de grillo de las salchichas que elaboraron era tres veces mayor en comparación con la presente investigación.

La textura de los productos cárnicos y de otros alimentos es de suma importancia que se debe considerar al momento de generar un nuevo producto. Yun-Sang y colaboradores (2017) sustituyeron 10% de carne de cerdo por harina del gusano amarillo en una salchicha Frankfurter y encontraron valores de dureza, cohesividad, elasticidad de 2.81 (N), 0.38 y 0.98, respectivamente. En su investigación, la dureza fue disminuyendo, pero la cohesividad y adhesividad se mantuvo igual a medida se aumentaba el contenido de harina del gusano amarillo. La discrepancia en cuento a la diferencia significativa que encontraron en la dureza puede ser por la cantidad de grasa que tenían la

harina del gusano de la harina, la cual era superior al 20%, debido a que la grasa ayuda a la suavidad de los productos. A pesar de que no encontraron diferencias en cohesividad y elasticidad, los valores que encontraron estos investigadores son inferiores a los de esta investigación. Esto puede ser porque el método usado por dichos investigadores es diferente en cuanto a dimensiones de las muestras, fuerza de activación y velocidad de corte del implemento. No se puede concluir referente a la adhesividad, debido a que los datos de la primera repetición difieren mucho con el de las dos repeticiones posteriores, lo cual pudo deberse a un error experimental.

Cuadro 10

Análisis de perfil de textura de las salchichas tipo Frankfurter.

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (mJ)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Masticabilidad (mJ)
	Promedio ± DE (NS)	Promedio ± DE (NS)	Promedio ± DE (NS)	Promedio ± DE (NS)	Promedio ± DE (NS)
0%	3.36 ± 0.61	1.55 ± 0.94	0.72 ± 0.15	15.91 ± 3.26	37.11 ± 5.16
5%	3.37 ± 0.10	1.64 ± 0.90	0.71 ± 0.17	17.84 ± 1.48	41.99 ± 7.59
10%	3.11 ± 0.41	1.52 ± 1.05	0.65 ± 0.15	15.74 ± 1.57	31.22 ± 4.26
15%	3.90 ± 0.30	1.49 ± 0.92	0.65 ± 0.17	16.40 ± 2.17	41.77 ± 13.22
CV (%)	11.55	12.61	6.74	10.31	22.22

Nota. CV: Coeficiente de Variación. DE: Desviación Estándar. NS: No Significativo (P > 0.05).

Tratamientos: 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Análisis de Humedad a las Salchichas Tipo Frankfurter

No se encontró diferencias significativas (P > 0.05) en la humedad de los distintos porcentajes de sustitución de carne de res por harina de grillo (Cuadro 11). Apaza y Elias (2017) reportaron que las salchichas tipo Frankfurter tienen un pH entre 6.16 - 6.2, lo que ayuda a las proteínas de la harina de grillo a captar más agua. En contraste, Hyun-Wook y colaboradores (2017) encontraron disminución en la humedad de salchichas emulsificadas al sustituir 10% de carne magra de cerdo y grasa de cerdo por diferentes harinas de insectos (incluida la harina de grillo). Esta discrepancia podría ser por la cantidad que representa el porcentaje de sustitución de harina de grillo en su investigación. La carne de cerdo en su formulación representa un 60%, y la de res de esta investigación un 17.94%, por lo que,

la cantidad de harina de grillo es tres veces superior a la de este estudio, lo que claramente podría ser un factor que afecte la humedad.

Cuadro 11

Análisis de humedad a las salchichas tipo Frankfurter.

Tratamientos	Humedad
	Promedio ± DE (NS)
0%	61.93 ± 1.12
5%	61.21 ± 1.89
10%	61.88 ± 1.34
15%	61.37 ± 1.22
CV (%)	2.67

Nota. CV: Coeficiente de Variación. DE: Desviación Estándar. NS: No Significativo (P > 0.05).

Tratamientos: 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Costos Variables

La sustitución carne de res por harina de grillo resultó en un aumento en los costos variables de las salchichas; a mayor contenido de harina de grillo, más altos eran los costos variables (Cuadro 12). La salchicha control (0% harina de grillo) tuvo un costo de producción de USD 1.2837/kg, y la salchicha con 5% de harina de grillo tuvo un costo de USD 1.6212/kg, para un aumento de USD 0.3375/kg (Cuadro 12). La diferencia más amplia estuvo entre el control y el tratamiento con 15% de harina de grillo, la cual fue casi el doble del costo de producción. La harina de grillo tiene un costo más alto que la carne de res, lo que se convierte en un reto para llegar a consumidores de bajos recursos. La harina de grillo es más cara que la de trigo, lo cual probablemente afecto los costos de los consumidores; sin embargo, esto es igual para productos declarados como orgánicos, rico en proteína, no transgénicos, entre otros (Castro Delgado et al. 2020).

Existe un mercado que está dispuesto a pagar más por productos que sean más sostenibles, lo cual sería un buen mercado para productos con harina de grillo, hasta que esta se produzca a mayor escala y sus costos de adquisición sean más bajos. Alemu y colaboradores (2017), realizaron un estudio

en Kenia, y encontraron que los consumidores estaban dispuestos a pagar más por bollos que contenían harina de grillo, incluso por encima de bollos que estaban fortificados.

Cuadro 12

Costos variables (USD/kg) de los diferentes tratamientos para la producción de salchichas tipo Frankfurter.

Ingredientes	Costos en USD/kg			
	0% (Control)	5%	10%	15%
Res 2	0.2462	0.2339	0.2216	0.2092
Harina de grillo	0.0000	0.3498	0.6997	1.0495
CDM	0.7074	0.7074	0.7074	0.7074
Cerdo 3	0.1139	0.1139	0.1139	0.1139
Hielo	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144
Almidón	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414
Sal	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070
Lactato de sodio	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675
Azúcar	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069
Pimienta negra	0.0229	0.0229	0.0229	0.0229
Polifosfato	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080
Humo en polvo	0.0290	0.0290	0.0290	0.0290
Carmín (cochinilla)	0.0172	0.0172	0.0172	0.0172
Eritorbato de sodio	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
Nitrito de sodio	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Total (USD/kg)	1.2837	1.6212	1.9587	2.2963

Nota. Res 2: Recortes carne de res con proporción de carne y grasa (60:40). CDM: Carne mecánicamente deshuesada de pollo. Cerdo 3: Recortes carne de carne de cerdo con proporción de carne y grasa (5:95). Cambio de Lempiras a dólares: L. 24.10. 0%: salchichas con 0% de sustitución de carne de res por harina de grillo (control); 5%: salchichas con 5% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 10%: salchichas con 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo; 15%: salchichas con 15% de sustitución de carne de res por harina de grillo.

Conclusiones

El perfil de textura de las salchichas y la humedad no es afectado por la sustitución de carne de res por harina de grillo en las proporciones utilizadas. En relación con el color, ΔE aumenta a medida incrementa la cantidad de sustitución, mientras que el valor L y a, y el valor b disminuyen a partir del 10 y 15% de harina de grillo, respectivamente.

A pesar de que el sabor de las salchichas es igualmente aceptado hasta 10% de sustitución de carne de res por harina de grillo, todos los porcentajes de sustitución utilizados disminuyen la aceptación general, la apariencia y el color de las salchichas.

La sustitución de carne de res por harina de grillo no afecta el conteo de Coliformes totales y bacterias mesófilas aeróbicas.

Recomendaciones

Realizar un análisis proximal a las salchichas con harina de grillo para conocer su perfil nutricional y poder compararla con la salchicha sin harina de grillo. Además, analizar el efecto de mayor concentración de colorante natural en la aceptación de salchichas con harina de grillo y el efecto de la adición de harina de grillo en otros embutidos emulsificados, introduciendo colorantes naturales para mantener el color uniforme. Por último, analizar la madurez del mercado sobre productos sostenibles por mayor costo de las salchichas con harina de grillo y determinar qué mercado está dispuesto a pagar las salchichas con harina de grillo.

Referencias

Alemu MH, Olsen SB, Vedel SE, Kinyuru JN, Pambo KO. 2017. Can insects increase food security in developing countries? An analysis of Kenyan consumer preferences and demand for cricket flour buns. Food Sec. 9(3):471–484. doi:10.1007/s12571-017-0676-0.

Apaza C, Elias C. 2017. Propiedades fisicoquimicas de hot-dog de carne de llama con inclusión de albúmina, goma de tara y proteína de soya - CIIA 2017. Rev. investig. altoandin. 19(1):367–372. doi:10.18271/ria.2017.310.

Ayieko M, Oriaro V, Nyambuga I. 2010. Processed products of termites and lake flies: improving entomophagy for food security within the Lake Victoria region. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 10(2). doi:10.4314/ajfand.v10i2.53352.

Bawa M, Songsermpong S, Kaewtapee C, Chanput W. 2020. Nutritional, sensory, and texture quality of bread and cookie enriched with house cricket (*Acheta domesticus*) powder. J Food Process Preserv. 44(8):177. doi:10.1111/jfpp.14601.

Becerril Sánchez AL, Dublán García O, Domínguez-López A, Arizmendi Cotero D, Quintero-Salazar B. 2019. La calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México. RMCP. 10(1). doi:10.22319/rmcp.v10i1.4344.

Carolyne K, John NK, Samuel I, Nanna R. 2017. Use of house cricket to address food security in Kenya: Nutrient and chitin composition of farmed crickets as influenced by age. Afr. J. Agric. Res. 12(44):3189–3197. doi:10.5897/AJAR2017.12687.

Castro Delgado M, Chambers E, Carbonell-Barrachina A, Noguera Artiaga L, Vidal Quintanar R, Burgos Hernandez A. 2020. Consumer acceptability in the USA, Mexico, and Spain of chocolate chip cookies made with partial insect powder replacement. J Food Sci. 85(6):1621–1628. eng. doi:10.1111/1750-3841.15175.

[CFIA] Canadian Food Inspetion Agency. 2018. Bacterial pathogens in edible insects. Canada: Canadian Food Inspetion Agency; [consultado el 28 de feb. de 2021.]. 8 p. https://cutt.ly/wnlm9iS.

Codex Alimentarius. 1985a. Norma para la harina de trigo. Roma (Italia): Codex Alimentarius (CXS 152-1985). 1985; [actualizado 1985; consultado el 18 de abr. de 2021]. https://cutt.ly/nnlQrpC.

Codex Alimentarius. 1985b. Norma para la harina integral de maíz. Roma (Italia): Codex Alimentarius (CXS 154-1985). 1985; [actualizado 1985; consultado el 25 de abr. de 2021]. https://cutt.ly/DnlQiG8.

Codex Alimentarius. 1989. Norma para productos proteínicos de soya. Roma (Italia): Codex Alimentarius (CXS 175-1989). 1989; [actualizado 1989; consultado el 19 de abr. de 2021]. https://cutt.ly/KnlQaBZ.

[FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Insects for food and feed: Which insects? Roma (Italia): FAO; [consultado el 19 de ago. de 2020]. http://www.fao.org/edible-insects/en/.

[FASC] Federal Agency for the Safety of the Food Chain. 2014. Circular concerning the breeding and marketing of insects and insectbased food for human consumption. Bélgica: Federal Agency for the Safety of the Food Chain. 2014; [actualizado 2014; consultado el 13 de sep. de 2020]. https://cutt.ly/knlQhR0.

Grabowski NT, Klein G. 2017a. Microbiological analysis of raw edible insects. Journal of Insects as Food and Feed. 3(1):7–14. doi:10.3920/JIFF2016.0004.

Grabowski NT, Klein G. 2017b. Microbiology of processed edible insect products - Results of a preliminary survey. Int J Food Microbiol. 243:103–107. eng. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.005.

Hyun-Wook K, Setyabrata D, Lee Y, Jones OG, Yuan H. Brad K. 2017. Effect of House Cricket (*Acheta domesticus*) flour addition on physicochemical and textural properties of meat emulsion under various formulations. J Food Sci. 82(12):2787–2793. eng. doi:10.1111/1750-3841.13960.

Hyun-Wook K, Setyabrata D, Lee YJ, Jones OG, Yuan H. Brad K. 2016. Pre-treated mealworm larvae and silkworm pupae as a novel protein ingredient in emulsion sausages. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 38:116–123. doi:10.1016/j.ifset.2016.09.023.

Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación. 1998. Norma Técnica Colombiana (NTC 1325): Industrias Alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. 4ª ed. Colombia: ICONTEC. 1998; [actualizado 1998; consultado el 18 de may. de 2021]. https://cutt.ly/QnlQzLs.

Keto L, Stefanski T, Isokangas A, Rautio P, Rokka S, Pihlanto A. 2018. A pilot study: consumer acceptability of Polish style cooked sausages containing house cricket flour. SMST. (35). doi:10.33354/smst.73139.

Klunder HC, Wolkers-Rooijackers J, Korpela JM, Nout M. 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. Food Control. 26(2):628–631. doi:10.1016/j.foodcont.2012.02.013.

Mendoza K. 2014. The human use of insects as a food resource: A bibliographic account in progress. [Lugar desconocido]: Food-Insects; [consultado el 3 de mar. de 2021]. https://cutt.ly/wnlQnoc.

Ministerio de salud del Perú. 2003. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad en los alimentos y bebidas de consumo humano. N° 615-2003. Perú: Ministerio de Salud del Perú. 2003; [actualizado 2003; consultado el 10 de ene. de 2021]. https:// cutt.ly/ynlQQOF.

Nieto MI, Guzmán ML, Steinaker D. 2014. Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema ganadero de carne típico de la región central Argentina. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 40(1):92–101.

Oliveira Filho P, Fávaro-Trindade CS, Trindade MA, Balieiro J, Macedoo Viegas EM. 2010. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submmitted to cold storage. J Food Process Preserv. 67(2):183–190. doi:10.1590/S0103-90162010000200009.

Oonincx DGAB, van Itterbeeck J, Heetkamp MJW, van den Brand H, van Loon JJA, van Huis A. 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. PLoS One. 5(12):e14445. eng. doi:10.1371/journal.pone.0014445.

Payne CLR, Scarborough P, Rayner M, Nonaka K. 2016. Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. Eur J Clin Nutr. 70(3):285–291. eng. doi:10.1038/ejcn.2015.149.

Pinzón-Zárate LX, Hleap-Zapata JI, Ordóñez-Santos LE. 2015. Análisis de los parámetros de color en salchichas Frankfurt adicionadas con extracto oleoso de residuos de Chontaduro (Bactris Gasipaes). Inf. tecnol. 26(5):45–54. doi:10.4067/S0718-07642015000500007.

Rose DJ, Bianchini A, Martinez B, Flores RA. 2012. Methods for reducing microbial contamination of wheat flour and effects on functionality. Cereal Foods World. 57(3):104–109. doi:10.1094/CFW-57-3-0104.

Ruby MB, Rozin P, Chan C. 2015. Determinants of willingness to eat insects in the USA and India. Journal of Insects as Food and Feed. 1(3):215–225. doi:10.3920/JIFF2015.0029.

Schnitter R, Berry P. 2019. The climate change, food security and human health nexus in Canada: A framework to protect population health. Int J Environ Res Public Health. 16(14). eng. doi:10.3390/ijerph16142531.

Singh N, Anand S. 2020. Enterobacteriaceae. En: Fuquay JW, editor. Reference Module in Food Science: Enterobacteriacea. Vol. 8. EUA: Elsevier. p. 23.

Tabassum-Abbasi, Abbasi T, Abbasi SA. 2016. Reducing the global environmental impact of livestock production: the minilivestock option. Journal of Cleaner Production. 112(3):1754–1766. doi:10.1016/j.jclepro.2015.02.094.

Tae-Kyung K, Yong HI, Kim Y-B, Hyun-Wook K, Yun-Sang C. 2019. Edible insects as a protein source: a review of public perception, processing technology, and research trends. Food Sci Anim Resour. 39(4):521–540. eng. doi:10.5851/kosfa.2019.e53.

Torcoli E, Amoruso I, Moretto E, Caravello G, Giaccone V. 2014. Small scale experimental insect farming: compliance of raw insects and processed flour with food hygiene requirements. Italy: Padua University. 1 p.

Torres JD, Gonzalez-Morelo KJ, Acevedo Correa D. 2015. Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. ReCiTeIA. 14(2):63–75.

Turck D, Castenmiller J, Henauw S de, Hirsch-Ernst KI, Kearney J, Maciuk A, Mangelsdorf I, McArdle HJ, Naska A, Pelaez C, et al. 2021. Safety of dried yellow mealworm (Tenebrio molitor larva) as a novel

food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA J. 19(1):e06343. eng. doi:10.2903/j.efsa.2021.6343.

Unión Europea. 2015. Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, relativo a los nuevos alimentos, por el que se modifica el Reglamento (UE) n° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan el Reglamento (CE) n° 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) n° 1852/2001 de la Comisión (Texto pertinente a efectos del EEE). Grucelas (Bélgica): EU; [actualizado el 3 de may. de 2021; consultado el 3 de may. de 2021]. https://cutt.ly/GnlQOY8.

[USDA] Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2011. Información sobre inocuidad de los alimentos: Los embutidos y la inocuidad de los alimentos. EUA: USDA. 5 p; [consultado el 15 de sep. de 2020]. https://cutt.ly/znlQd5y.

van Huis A. 2016. Edible insects are the future? Proc Nutr Soc. 75(3):294–305. eng. doi:10.1017/S0029665116000069.

Vandeweyer D, Crauwels S, Lievens B, van Campenhout L. 2017. Microbial counts of mealworm larvae (Tenebrio molitor) and crickets (Acheta domesticus and Gryllodes sigillatus) from different rearing companies and different production batches. Int J Food Microbiol. 242:13–18. eng. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.007.

Yun-Sang C, Tae-Kyung K, Hee-Don C, Jong-Dae P, Jung-Min Sung, Ki-Hong J, Hyun-Dong P, Young-Boong K. 2017. Optimization of replacing pork meat with Yellow Worm (Tenebrio molitor *L*.) for Frankfurters. Korean J Food Sci Anim Resour. 37(5):617–625. eng. doi:10.5851/kosfa.2017.37.5.617.

Anexos

Anexo A

Harina de grillo.

Anexo B

Salchichas envasadas al vacío con 0, 5, 10 y 15% de harina de grillo, respectivamente.

Anexo C

Boleta de la prueba hedónica de nueve puntos y prueba de preferencia.

Boleta de evaluación sensorial
Prueba afectiva con escala hedónica y de preferencia para salchichas

Fecha: _____

Instrucciones:

A continuación, se les presentan 4 muestras de salchichas. Coloque el número de la muestra a evaluar, comenzando por la izquierda. Valore cada atributo en la escala que se le presenta (solo ponga números enteros). **Recuerde** tomar agua y galleta de soda antes y después de evaluar cada muestra, para limpiar su paladar.

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

Muestra	Color	Olor	Textura	Apariencia	Sabor	Aceptabilidad general

¿Cuál muestra prefiere? _____
Llene esta pregunta **luego de evaluar** todas las muestras.

Comentarios (opcional):

_____
_____
_____

¡¡¡Muchas gracias por su aporte a la ciencia!!!