

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



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de snacks horneados a base de harina de maíz (*Zea mays*)
con sustitución de harina de grillo (*Acheta domesticus*) y puré de
cáscara de zanahoria (*Daucus carota*)**

Estudiante

Paola Fernanda Corea Ventura

Gabriela María Bernárdez Morales

Asesores

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Luis Fernando Maldonado, 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

Contenido

Índice de Cuadros.....	7
Índice de Figura.....	9
Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Materiales y Métodos.....	15
Fases de la Investigación.....	15
Fase I: Análisis Microbiológicos de las Materias Primas y Análisis Químico de la Harina de Grillo.....	15
Análisis de Materias Primas.	15
Harina de Grillo.	15
Análisis Microbiológicos.....	15
Métodos para Análisis Microbiológicos.	16
Salmonella spp.	16
E. coli.	17
Mohos y Levaduras.	17
Enterobacterias.....	17
Análisis Químicos.	18
Humedad.....	18
Cenizas.	18
Proteína Cruda.	19
Fibra Dietética.....	20
Perfil de Ácidos Grasos.	21
Extracción de Grasa Cruda.....	21
Preparación de Metil Ésteres de Ácidos Grasos.	21

Inyección de Ácidos Grasos.....	22
Proceso de Elaboración de Puré de Cáscara de Zanahoria.....	22
Preparación de la Materia Prima.....	22
Preparación de Puré.....	22
Almacenamiento del Puré.....	22
Análisis Microbiológico.....	23
Staphylococcus Aureus.....	23
Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de Snacks a Base de Harina de Maíz con Sustitución de Puré de Cáscara de Zanahoria.....	24
Elaboración de Snacks.....	24
Elaboración del Caldo de Vegetales.....	24
Preparación de los Snacks.....	25
Análisis Sensorial.....	25
Diseño Experimental.....	27
Análisis Estadístico.....	27
Fase III: Desarrollo y Evaluación de Snacks a Base de Harina de Maíz y Puré de Cáscara de Zanahoria con Sustitución de Harina de Grillo.....	27
Elaboración de Snacks.....	27
Diseño Experimental.....	28
Análisis Estadístico.....	29
Análisis Químicos.....	29
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	29
Análisis Físicos.....	30
Color.....	30
Análisis de Dureza.....	30

Diseño Experimental y Análisis Estadístico	30
Resultados y Discusión.....	31
Fase I: Análisis Microbiológicos de las Materias Primas y Análisis Químico de la Harina de Grillo.....	31
Análisis Microbiológicos.....	31
Análisis Sensorial.....	32
Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de Snacks a Base de Harina de Maíz con Sustitución de Puré de Cáscara de Zanahoria.....	32
Apariencia y Color	32
Olor	33
Crocancia.....	34
Análisis sensorial de los atributos de apariencia, color, olor y crocancia para el control y los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria.....	35
Sabor	35
Sabor Residual.....	35
Aceptación General.....	36
Análisis sensorial de los atributos de sabor, residual y aceptación general para los cinco tratamientos de snack a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria.....	37
Fase III. Elaboración de Snacks a Base de Harina de Maíz y Puré de Cáscara de Zanahoria con Sustitución de Harina de Grillo	38
Apariencia	38
Olor	39
Sabor	41
Sabor Residual.....	41
Aceptación General.....	42
Análisis Químicos y Físicos	43

Análisis Químicos	43
Humedad.....	43
Cenizas.	44
Proteína.....	45
Fibra Dietética.....	47
Grasa.	48
Perfil de Ácidos Grasos.	50
Análisis Físicos.....	52
Color.....	52
Dureza.	53
Conclusiones	55
Recomendaciones.....	56
Referencias.....	57

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Criterios microbiológicos para la harina de grillo según la Agencia Canadiense de Alimentos.	16
Cuadro 2 Criterios microbiológicos para la harina de grillo de la Agencia Federal Belga para la Seguridad de la Cadena Alimentaria.	16
Cuadro 3 Criterios microbiológicos para comidas preparadas, refrigeradas o congeladas.	23
Cuadro 4 Formulación del caldo de vegetales utilizado como saborizante.....	24
Cuadro 5 Tratamiento de la segunda fase: snacks horneados a base de harina de maíz con sustitución de puré de cáscara de zanahoria.	27
Cuadro 6 Tratamientos de la fase II: Snacks horneados a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria con sustitución de harina de grillo.	28
Cuadro 7 Análisis sensorial de los atributos de apariencia, color, olor y crocancia para el control y los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria.....	35
Cuadro 8 Análisis sensorial de los atributos de sabor, residual y aceptación general para los cinco tratamientos de snack a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria.....	37
Cuadro 9 Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial de snack horneado a base de harina de maíz con sustitución de puré de cáscara de zanahoria	37
Cuadro 10 Análisis sensorial de los atributos de apariencia, color, olor y crocancia para los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz, puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo.....	40
Cuadro 11 Análisis sensorial de los atributos de sabor, sabor residual y aceptación general para los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz, puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo.....	42
Cuadro 12 Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial de snack horneado a base de harina de maíz con sustitución de harina de grillo y puré de cáscara de zanahoria.....	43

Cuadro 13	Resultado de análisis de humedad expresado en porcentaje de la harina de grillo y del tratamiento mejor evaluado.....	44
Cuadro 14	Resultado de análisis de ceniza expresado en porcentaje de la harina de grillo y del tratamiento mejor evaluado.....	45
Cuadro 15	Resultado de análisis de proteína expresada en porcentaje del control, tratamiento mejor evaluado y harina de grillo.....	47
Cuadro 16	Resultado de análisis de fibra dietética expresado en porcentaje del control, tratamiento mejor evaluado y harina de grillo.....	48
Cuadro 17	Resultado de análisis de grasa expresado en porcentaje del tratamiento mejor evaluado y harina de grillo.....	49
Cuadro 18	Perfil de ácidos grasos de la harina de grillo en g/100 gramos y porcentaje.....	51
Cuadro 19	Perfil de ácidos grasos para el tratamiento mejor evaluado para g/100 gramos y porcentaje.....	52
Cuadro 20	Resultado de análisis de color del control y del tratamiento mejor evaluado.....	53
Cuadro 21	Resultado de análisis de dureza del control y del tratamiento mejor evaluado expresado en Newtons.....	54

Índice de Figura

Figura 1 Flujo de proceso para la elaboración de snacks.....	26
--	----

Resumen

Los consumidores generan tendencias que provocan transformaciones en la industria alimentaria como: Snacks saludables, alimentos sostenibles y con mayor aporte nutricional. En esta investigación se desarrollaron snacks a base de harina de maíz con sustitución de harina de grillo y puré de cáscara de zanahoria. La harina de grillo se utilizó como fuente de proteína alternativa y el puré para valorizar subproductos poscosecha. El estudio se desarrolló en tres fases: Fase I. Análisis microbiológicos de las materias primas y análisis químicos de la harina de grillo; fase II. Desarrollo y evaluación sensorial de los snacks con sustitución de puré de cáscara de zanahoria (35, 45, 50 y 60%); fase III. Evaluación sensorial y fisicoquímica de snacks con puré de cáscara de zanahoria con sustitución de harina de grillo (10, 15 y 20%). En el análisis sensorial se evaluaron atributos de apariencia, color, olor, crocancia, sabor, sabor residual y aceptación general. Se desarrollaron análisis fisicoquímicos de humedad, cenizas, proteína, fibra dietética, grasa, perfil de ácidos, color y dureza. La formulación con harina de maíz, sustitución de 45% de puré de cáscara de zanahoria y 10% de harina de grillo obtuvo la mayor aceptación y es un alimento alto en proteína (20.38%) y fibra (18.09%). Se recomienda desarrollar un perfil de aminoácidos con el fin de determinar la calidad de la proteína y utilizar proporciones menores al 5% de harina de grillo.

Palabras clave: Insectos comestibles, proteína alternativa, subproductos industriales, tendencias.

Abstract

Consumers generate trends that cause transformations in the food industry such as healthy snacks, sustainable foods, and foods with greater nutritional contribution. In the research, snacks based on corn flour were developed with the substitution of cricket flour and carrot peel puree. The cricket flour was used as an alternative protein source and the puree was used to valorize post-harvest by-products. The study was developed in three phases: Phase I. Microbiological analysis of raw materials and chemical analysis of cricket flour; phase II. Development and sensory evaluation of snacks with carrot peel puree substitution (35, 45, 50 and 60%); phase III. Sensory and physicochemical evaluation of snacks with carrot peel puree with cricket flour substitution (10, 15 and 20%). In the sensory analysis, attributes of appearance, color, odor, crunchiness, flavor, residual flavor, and general acceptance were evaluated. Physicochemical analyses of moisture, ash, protein, dietary fiber, fat, fatty acids, color, and hardness were done the formulation with corn flour, substitution of 45% carrot peel puree and 10% cricket flour obtained the highest acceptance and is a food high in protein (20.38%) and fiber (18.09%). It is recommended to develop an amino acid profile to determine the quality of the protein and to use proportions lower than 5% cricket flour.

Key words: Alternative protein, edible insects, industrial by-products, trends.

Introducción

Las actitudes cambiantes y nuevos estilos de vida de las sociedades provocan transformaciones en la industria alimentaria. La participación laboral en Honduras ha crecido en un ritmo promedio de 2.9% para los hombres y 3.9% para las mujeres (Rodríguez Corea et al. 2018). Ante un incremento de la fuerza laboral, hay un aumento del gasto energético de la población y la disponibilidad de tiempo se reduce, generando nuevas necesidades; dentro de las cuales se encuentra la disponibilidad de alimentos rápidos de consumir con el fin de recuperar energía en horas laborales y cubrir aspectos de conveniencia. El término “snack” no tiene una definición fija, sin embargo, puede referirse al alimento ingerido fuera del desayuno, almuerzo o cena (Hess y Slavin 2018), representando así, una alternativa para la exigencia del mercado anteriormente mencionado. De hecho, el mercado ha cambiado su preferencia a comidas tipo snacks, debido a que son más convenientes; a esto se le denomina snackificación (Arenas et al. 2020).

Una gran cantidad de alimentos pueden ser utilizados como snacks, dentro de los más populares están las frituras de maíz (Ñamo Erazo y Quille Muguicha 2015). El maíz es el cereal más cultivado a nivel mundial y el tercero más consumido, además, existe una tendencia creciente por la diversificación en su uso (IICA 2013). Una de las presentaciones más comunes de los snacks a base de este cereal es “frita” (Castillo Gironés 2020). Los productos fritos, incrementan el riesgo de diabetes e hipertensión, y poseen niveles elevados de acrilamidas, lo que incrementa el riesgo de cáncer (Nathakaranakule Adisak et al. 2019). La industria de snacks es constantemente relacionada con productos que poseen perfiles nutricionales inadecuados. La mayoría de estos, presentan una baja cantidad de nutrientes y altos contenidos calóricos, representando un área de preocupación para la salud pública (Hess et al. 2016). Debido a esto, ha surgido la tendencia alimentaria que exige “snacks saludables”.

El desperdicio de alimentos es una problemática global. Dentro de los desperdicios en la industria alimentaria, el de frutas y vegetales alcanzan entre el 40 y 55% del total de la cosecha

mundial (Pere Papasseit 2018). El aprovechamiento de desechos trae beneficios económicos y reduce el impacto ambiental (Santagapita 2016). En la planta poscosecha de Zamorano, se desechan aproximadamente 20 libras diarias de zanahoria y en su mayoría es cáscara. Las cáscaras son residuos que se generan en grandes cantidades y la de zanahoria posee propiedades nutritivas, tales como su contenido de fibra (Hiranvarachat y Devahastin 2014), por lo que es una buena opción para procesarse y añadir un valor agregado.

Los patrones alimenticios tienen un efecto sobre la salud y el medio ambiente. Ante esto, se ha despertado un interés por producir alimentos sostenibles y con un mayor aporte nutricional. El consumo de proteínas ha incrementado, sin embargo, existe un impacto negativo de la producción y el consumo de la proteína animal, tanto para la salud humana como para el medio ambiente (Quesada 2019). Las fuentes proteicas tradicionales tienen una alta huella ambiental, provocan mayores emisiones de gases de efecto invernadero, desgaste del suelo, deforestación y altos niveles de consumo de agua (CEDF 2018). Como consecuencia, hay una tendencia emergente en Latinoamérica de reducción del consumo de proteínas animales, sin embargo, el mercado demanda productos con alto contenido de proteínas (Álvarez Javier 2018). Se han desarrollado propuestas de utilización de proteínas alternativas, en donde se pueden encontrar las de origen vegetal, de insectos, de suero lácteo y de microalgas (AINIA 2015).

La importancia de la inclusión de proteínas en la dieta radica en que poseen funciones vitales para el buen funcionamiento del organismo. La harina de grillo (*Acheta domesticus*) es una de las propuestas de proteína alternativa desarrollada en la industria y esta posee múltiples beneficios, tanto nutricionales como ambientales. Si comparamos la producción de grillos con la ganadería, se pueden evidenciar ventajas sustanciales al utilizar la primera. Los grillos aportan 100 veces menos gases de efecto invernadero, requieren 12 veces menos alimento para producir la misma cantidad de proteína, necesitan 1 galón de agua por libra de proteína, a diferencia de los bovinos que requieren 2,000 galones (Arana Miranda et al. 2020).

Por otro lado, la harina de grillo es una alternativa nutritiva y saludable, puesto que es alta en proteína y grasas buenas. Las proteínas suponen el principal componente de estos animales con valores de entre el 35.34 y el 61.32% (Pérez Horcajo 2018). Luego de las proteínas, las grasas son el segundo nutriente en mayor proporción y la concentración varía según la especie y la etapa del ciclo de vida en que se encuentran. Los valores oscilan entre 3.41 y 33.44% (Pérez Horcajo 2018) y poseen una composición de ácidos grasos diversa. Es de mencionar que, dentro de la composición de ácidos grasos, hay una gran cantidad de insaturados. Los ácidos grasos insaturados, poseen una gran relevancia en la dieta humana, debido a que no pueden ser sintetizados a partir de estructuras precursoras en el organismo humano (Gutiérrez Tolentino et al. 2014). Debido a esto, es de gran importancia la inclusión de alimentos con este tipo de lípidos y la harina de grillo representa una buena opción.

Con el propósito de cubrir las exigencias del mercado de alimentos, se desarrolló un snack horneado a base de harina de maíz con sustitución de diferentes porcentajes de harina de grillo y de puré de cáscara de zanahoria. Este producto representa una innovación dentro de los snacks existentes, debido a sus altas concentraciones de proteína, fibra y buen perfil de ácidos grasos. Además, dentro de su formulación hay ingredientes con menor huella de carbono y sostenibles.

Basado en lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos:

Determinar la proporción de puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo más aceptada en los snacks.

Analizar el impacto de la sustitución de harina de grillo en las características fisicoquímicas de un snack a base de harina de maíz con sustitución de puré de cáscara de zanahoria.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada a 30 km de Tegucigalpa, carretera a Danlí, Valle del Yeguaré, San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, República de Honduras. Los snacks fueron elaborados en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), el análisis sensorial se llevó a cabo en el Centro Estudiantil Smith Flack, los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ). Finalmente, los análisis físicos y químicos se desarrollaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

Fases de la Investigación

- Fase I: Análisis microbiológicos de las materias primas y análisis químico de la harina de grillo.
- Fase II: Desarrollo y evaluación sensorial de snacks a base de harina de maíz con sustitución de puré de cáscara de zanahoria.
- Fase III: Desarrollo y evaluación de snacks a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria con sustitución de harina de grillo.

Fase I: Análisis Microbiológicos de las Materias Primas y Análisis Químico de la Harina de Grillo

Análisis de Materias Primas.

Harina de Grillo. La harina de grillo es distribuida por la empresa familiar Cricketfit, ubicada en el departamento de Chimaltenango, Guatemala. A continuación, se detallan los análisis que se realizaron:

Análisis Microbiológicos.

Se realizaron análisis microbiológicos a la harina de grillo para corroborar que era apta para consumo humano. Estos análisis se ejecutaron en base a lo que establece la Agencia Canadiense de Alimentos (CFIA, por sus siglas en inglés) en el reporte final de “Patógenos bacterianos en insectos comestibles” en el 2018, los cuales fueron aprobados por el Laboratorio de Microbiología de

Alimentos de Zamorano (LMAZ). Dicha agencia establece los parámetros para los molidos en polvo de insectos comestibles referentes a recuentos de *E. coli* y *Salmonella*, tal como se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Criterios microbiológicos para la harina de grillo según la Agencia Canadiense de Alimentos.

Análisis	Parámetro microbiológico		
	Satisfactorio	Investigativo	Insatisfactorio
<i>Salmonella</i>	Ausente en 25 g	N/A	Presente en 25 g
<i>E. coli</i>	≤ 100 UFC/g	$100 < x \leq 1000$ UFC/g	> 1000 UFC/g

Nota. UFC: Unidad Formadora de Colonias, g: gramos, N/A: No aplica.

Además, se realizaron análisis de enterobacterias, mohos y levaduras siguiendo los parámetros establecidos por la Agencia Federal Belga para la Seguridad de la Cadena Alimentaria (FASFC, por sus siglas en inglés), en donde se desarrolló una lista de criterios regulatorios y límites de acción para contaminantes microbianos en insectos y productos a base de estos, los cuales se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2

Criterios microbiológicos para la harina de grillo de la Agencia Federal Belga para la Seguridad de la Cadena Alimentaria.

Análisis	Parámetro microbiológico			
	n	c	m	M
Mohos y levaduras	5	2	5,000 UFC/g	100,000 UFC/g
Enterobacterias	5	2	5,000 UFC/g	100,000 UFC/g

Nota. UFC: Unidad Formadora de Colonias, g: Gramos, m: Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud, M: Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud, n: unidades de muestra requeridas, c: número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos entre m y M.

Métodos para Análisis Microbiológicos.

Se utilizó la metodología establecida por el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ).

Salmonella spp. Se pesaron 25 g de harina de grillo, a los cuales se les agregaron 225 mL de agua peptonada buferada, luego se homogenizó la muestra por dos minutos en el Stomacher y se dejó

reposar por una hora a temperatura ambiente. Posteriormente, se incubó a 37 °C por 24 horas. Al transcurrir ese tiempo, se procedió a homogenizar la muestra en el agitador orbital por cinco minutos, se tomaron 0.1 mL de la muestra y se inoculó en un tubo de ensayo con 10 mL de caldo Rapaport Vasiliadis y se incubó a 42 °C por 24 horas; de manera simultánea, se tomó 1 mL de la muestra homogenizada en el agitador orbital, se colocó en un tubo con 10 mL de caldo tetracionado y se incubó a 37 °C por 24 horas. Después del tiempo requerido, se inocularon con un asa microbiológica por la técnica de Frobisher (de las muestras incubadas a 37 y 42 °C) en platos Petri que contenían 15 mL de agar xilosa lisina desoxicolato, agar sulfito bismuto y agar entérico hektoen, posteriormente, fueron incubados por 24 horas a 37 °C. Luego, se revisaron los platos para seleccionar las colonias más típicas de *Salmonella spp.* y al tener ausencia de estas, se finalizó el análisis.

E. coli. Se realizó por vaciado en placa. Para ello, 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 hicieron 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. Después de inocular los platos, se agregaron 15 mL de Agar Bilis Rojo Violeta, y 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 y se esperaron 5 minutos para que solidificara. Se agregó una segunda capa de Agar Bilis Rojo Violeta con MUG, se dejaron a temperatura ambiente 5 minutos más, y finalmente se incubaron a 37 °C por 24 h.

Mohos y Levaduras. Para este análisis se siguió el mismo procedimiento que para *E. coli*, con la variante de que se utilizó Agar Rosa de Bengala con Cloranfenicol, y sólo se agregó una capa de agar.

Enterobacterias. 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 hicieron 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 agregaron aproximadamente 15 mL de Agar Bilis Rojo Violeta con glucosa (ABRG), y 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 y se esperaron 5 minutos para que solidificara. Se agregó una segunda capa de ABRG (5-6 mL) para cubrir la primera capa de agar, se dejó 5 minutos más a temperatura ambiente y finalmente se incubó a 35 °C por 24 h.

Análisis Químicos.

Humedad. Se determinó la humedad siguiendo el método AOAC 945.15. Este análisis consistió en someter los crisoles de porcelana a 105 °C durante 30 minutos para remover la humedad de estos, se enfriaron en un desecador y se hizo un pesado previo a la colocación de las muestras. Se colocaron 3 ± 0.005 g de la muestra en cada crisol y se ubicaron dentro del horno de convección (Fisher Scientific 750 F) a 105 °C por 12 horas. Luego del tiempo requerido, se dejaron enfriar en un desecador por 20 minutos y se pesó cada crisol con muestra seca en una balanza analítica.

Los análisis de humedad se expresaron en porcentajes y se calcularon con la Ecuación 1:

$$H(\%) = \frac{(C+MH)-(C+MS)}{(MH)} \quad [1]$$

Donde:

H (%) = Porcentaje de humedad total.

C= Peso de crisol.

MH= Peso de muestra húmeda.

MS= Peso de muestra seca.

Cenizas. El cálculo de cenizas totales se realizó siguiendo el método oficial AOAC 923.03. Se colocaron dos muestras de 3 ± 0.005 g en dos crisoles de porcelana vacíos previamente pesados y secados. Luego se hizo un pre-secado en un horno de convección (Fisher Scientific 750 F) a 105 °C por 6 horas. Posteriormente, fueron colocados en un incinerador (SYBRON Thermolyne) a 550 °C por 18 horas. Finalmente, se retiraron las muestras del incinerador, se dejaron secar por 20 minutos en un desecador y se registraron los pesos finales.

Para el cálculo de porcentaje cenizas totales se utilizó la Ecuación 2:

$$CZ (\%) = \frac{(CZ)}{(MH)} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

CZ (%) = Porcentaje de cenizas totales.

CZ= Peso de cenizas.

MH= Peso de materia húmeda.

Proteína Cruda. Se determinó el porcentaje de proteína cruda por medio del método directo Kjeldahl utilizando el método AOAC 2001.11 el cual determina el nitrógeno orgánico presente en la estructura de las proteínas. Este método se divide en cuatro partes: Digestión, neutralización, destilación y titulación. Para realizar la primera parte, se colocó, por duplicado 1 g de muestra envuelta en papel encerado de bajo contenido de nitrógeno en tubos de ensayo de 250 mL. A cada tubo se le colocaron dos tabletas catalizadoras Kjeltabs® y 10 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 95%. Luego, se colocaron todos los tubos listos en el digestor FOSS Tecator 20® a 410 °C para digerir la muestra durante una hora. Posteriormente, se dejaron enfriar los tubos por 30 minutos.

Después de la digestión se realizó la destilación, para esto se usó un destilador FOSS Kjeltec 8100® para realizar la neutralización y destilación del nitrógeno orgánico de la muestra, utilizando 30 mL de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 40% en 50 mL de una solución receptora de ácido bórico (B(OH)₃) al 4% p/v como indicador. Por último, se tituló la muestra destilada con ácido clorhídrico (HCl) al 0.1 M hasta obtener un color rosa pálido. Se introdujo el peso de la muestra y el volumen del ácido gastado en la destilación a la Ecuación 3 para calcular el contenido de proteína cruda de las muestras.

$$\%N = NHCl \times \frac{(\text{Vol. ácido gastado} - \text{vol. blanco}) (\text{mL})}{\text{g de muestra}} \times \frac{14 \text{ g}}{1000} \times 100$$

$$\%Proteina = \%N \times 6.25 \quad [3]$$

Donde:

N: Nitrógeno orgánico

N: Normalidad del ácido clorhídrico (HCl)

Fibra Dietética. La determinación de la fibra dietética se realizó por el método AOAC 985.29. La muestra se homogenizó en un mortero, posteriormente, en un vaso de precipitación Berzelius de 600 mL se pesaron 1.0050 ± 0.0050 g de muestra. Luego, se agregaron 50 mL de solución de tampón fosfato pH 6 a cada vaso de precipitación y se mezclaron con ayuda de un agitador magnético. Se añadieron 100 μ L de solución α -amilasa termoestable y se mezcló de manera manual por cinco segundos. Más adelante se cubrió cada vaso de precipitación con papel aluminio y se incubó en baño María a 95 °C durante 15 minutos, agitando suavemente los vasos de precipitación cada cinco minutos, luego se retiró el papel aluminio y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Posterior a ello, se añadieron 10 mL de solución de NaOH 0.275 molar y se ajustó el pH a 7.5 ± 0.2 , luego se añadió 100 μ L de solución de proteasa 50 mg/mL al vaso de precipitación. Seguidamente, el vaso de precipitación fue cubierto nuevamente con papel aluminio y se incubó en baño María a 60 °C por 30 minutos con agitación continua. Se retiró el papel aluminio y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Después se añadieron 10 mL de solución de HCl 0.325 M, y se ajustó el pH en un rango de 4.0-4.6. se añadieron 100 μ L de solución de amiloglicosidasa se cubrió nuevamente con papel aluminio y se incubó por 30 minutos en baño María a una temperatura de 60 °C agitando constantemente.

Luego se agregaron 280 mL de etanol al 95% precalentado a 60 °C. Se retiraron las muestras del baño María y se cubrieron con papel aluminio, luego se dejaron precipitar por una hora a temperatura ambiente. Se pesaron los crisoles previamente incinerados a 550 °C por 1 hora a los cuales, luego de enfriados se les agregaron 0.5 g de celite. En los crisoles se distribuyó el celite usando 15 mL de etanol al 78%. Se vertió el contenido del vaso de precipitación en el crisol y se filtró al vacío. Posteriormente, se realizó un lavado usando etanol al 78% con una espátula para retirar todo aquel material que se hubiera quedado en las paredes del vaso de precipitación. El crisol con el residuo se

secó por 8 horas en un horno de convección a 105 °C. Para finalizar, se pesó el crisol y se realizó el cálculo del porcentaje de fibra dietética.

Perfil de Ácidos Grasos. Se realizó un perfil de ácidos grasos a la harina de grillo (*A. domesticus*). Este análisis consta de tres etapas, se inicia con la extracción de la grasa cruda y cuantificación de ésta siguiendo el método AOAC 2003.06, seguido de la preparación de los metil ésteres de ácidos grasos siguiendo el método AOCS Ce 2b-11 y Ce 2-66 y se finalizó con la inyección de ácidos grasos en el cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890A por el método AOCS Ce 1j-07.

Extracción de Grasa Cruda. Para extraer la grasa de la muestra se utilizaron los procedimientos del método AOAC 2003.06, sin hidrólisis ácida. Posteriormente, se colocaron los dedales y los balones en el equipo Soxhlet, se introdujeron 150 mL de hexano por balón y se realizó el proceso de extracción de grasa por 6 horas. Al finalizar el tiempo requerido, se realizó una rota evaporación del hexano, se introdujeron los balones junto con el extracto de grasa a un horno a 105 °C por 1 hora, luego se enfriaron en un desecador y se registraron los pesos obtenidos.

Para la determinación del porcentaje total de grasa cruda se utilizó la Ecuación 4:

$$G (\%) = \frac{(PB+PG)-PB}{PM} \times (100) \quad [4]$$

Donde:

G (%) = Porcentaje total de grasa.

PB= Peso de balón de cristal.

PG= Peso de grasa.

PM= Peso de la muestra.

Preparación de Metil Ésteres de Ácidos Grasos. Para esta etapa se utilizaron los procedimientos del método oficial AOCS Ce 2-66. Cada balón de vidrio se colocó en baño María hasta que la muestra de lípidos extraídos estuviera líquida, posteriormente, se adicionó 1.6 mL de isooctano a cada balón y se homogenizó con movimientos circulares. Con ayuda de una pipeta se extrajo el

contenido del balón hacia un tubo de ensayo, seguido se colocaron 0.5 mL de KOH metanólico y se agitó por 8 minutos en un vortex y se dejó reposar la solución por 10 minutos. Luego del tiempo requerido se extrajeron 0.3 mL de la fase superior del tubo, se colocaron en otro tubo de ensayo. Se agregaron 4 mL de isooctano y 1 g de Sulfato de Sodio y se repitió el tiempo de agitación y reposo. Por último, se inyectó 1 mL de la fase superior de cada muestra en dos viales.

Inyección de Ácidos Grasos. Para la inyección de los ácidos grasos se siguieron las normas del método oficial AOCS Ce 1j-07. Se inyectó 1 µL de cada vial en el cromatógrafo, posteriormente se identificaron los ácidos grasos por su tiempo de elusión y el área bajo la curva que representa la concentración de cada ácido graso.

Proceso de Elaboración de Puré de Cáscara de Zanahoria.

Preparación de la Materia Prima. Se recolectó cáscara de zanahoria de la planta poscosecha (subproducto). A esta se le realizó un lavado con agua y posteriormente se desinfectó a 40 ppm en solución de ácido peracético, según los parámetros establecidos por la planta de procesamiento Poscosecha de Zamorano. Posteriormente, se colocó la cáscara desinfectada en bolsas plásticas y se trasladó a la Planta de Innovación de Alimentos, donde se cortó a 1 cm² mediante el uso de cuchillos y tablas para picar.

Preparación de Puré. Se colocó una mezcla de 40% de cáscara de zanahoria y 60% de agua en una marmita eléctrica marca Vulcan (modelo VEC10TW), se colocó la temperatura máxima, se esperaron 15 minutos hasta que el agua y la cáscara de zanahoria estuvieron a una temperatura de 100 °C. Posteriormente se retiró la cáscara ablandada y se colocó en una licuadora en una proporción de 70% de cáscara de zanahoria y 30% del agua que se tenía en la marmita. La mezcla se licuó hasta obtener una consistencia homogénea.

Almacenamiento del Puré. Después de la preparación del puré, se dejó enfriar a temperatura ambiente por 20 minutos en un recipiente de acero inoxidable. Al terminar este periodo, se colocó en

una bolsa plástica, se cerró y se almacenó en un blast freezer a -25 °C ubicado en la planta de procesamiento Hortofrutícola de Zamorano

Análisis Microbiológico.

El puré de cáscara de zanahoria se sometió a conteos microbiológicos de *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*, según los criterios que se establecen en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2018) en la sección de comidas preparadas, refrigeradas o congeladas como se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3

Criterios microbiológicos para comidas preparadas, refrigeradas o congeladas.

17.1. Subgrupo del alimento: comidas preparadas, refrigeradas o congeladas.					
Parámetro	Clase	Tipo de riesgo	Tipo de riesgo		
			M	M	M
<i>E. coli</i>	2		<10 UFC/g	-	
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	A	<10 UFC/g	<10 UFC/g	
<i>Salmonella spp.</i>	3		Ausencia/25 g	-	

Nota. UFC: Unidad Formadora de Colonias. g: gramos. m: Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud. M: Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud. A: Alimento de riesgo tipo A, comprende los alimentos que por su naturaleza composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.

Staphylococcus aureus. Los paquetes con las placas fueron almacenados a ≤ 8 °C antes de ser utilizadas para mantener la calidad del cultivo. Posteriormente, se pesaron 10 g de puré de cáscara de zanahoria a los cuales se les agregó 250 mL de agua peptonada y luego fueron homogenizados en el Stomacher por un minuto. Con una pipeta, en una superficie plana y nivelada se colocó 1 mL de la muestra previamente preparada en el centro de la placa de Petrifilm 3M™ y se deslizó cuidadosamente la película superior hacia abajo para evitar las burbujas de aire. Una vez realizado este paso, se aplicó una leve presión con el esparcidor para distribuir el inóculo sobre el área circular. Luego, se incubaron las placas a 35 °C por 24 horas y se realizó el conteo respectivo.

Los métodos y procedimientos por seguir para de *E. coli* y *Salmonella* fueron los mismos descritos para la harina de grillo.

Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de Snacks a Base de Harina de Maíz con Sustitución de Puré de Cáscara de Zanahoria

En la fase II del estudio se formularon y elaboraron los snacks a base de harina de maíz con sustitución de cuatro niveles porcentuales de puré de cáscara de zanahoria (35, 45, 50 y 60%). Se evaluó sensorialmente cada tratamiento y se seleccionó el de mayor aceptación para la realización de la tercera fase.

Elaboración de Snacks.

Elaboración del Caldo de Vegetales. Con el objetivo de evitar la utilización de saborizantes artificiales, se preparó un caldo de chile verde, cebolla, tomate, sal de ajo, pimienta negra molida, sal de ajo con perejil, sal y aceite de oliva en las proporciones que se muestran en el Cuadro 4, las cuales se obtuvieron desarrollando pruebas preliminares.

Cuadro 4

Formulación del caldo de vegetales utilizado como saborizante.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Cebolla	27.01
Tomate	25.86
Chile verde	12.21
Sal de ajo (marca La Buena Cocina)	1.72
Pimienta negra molida (marca Badia)	0.43
Sal de ajo con perejil (marca Badia)	0.15
Sal	1.44
Sazón completa (marca Badia)	1.01
Aceite de oliva (marca OLITALIA)	4.31
Agua	25.86
Total	100.00

Se inició lavando y cortando en trozos pequeños los vegetales mencionados. Posteriormente, se pesaron todos los ingredientes de acuerdo con la formulación especificada en el Cuadro 4. Se colocó el aceite de oliva en un recipiente metálico y se precalentó en una estufa eléctrica por 2 minutos, se añadieron primero los vegetales y seguidamente los ingredientes en polvo. Se dejó por 5 minutos y con ayuda de una cuchara se mezcló constantemente. Luego del tiempo estipulado, se agregó el agua y se dejó durante 10 minutos. Finalmente, se procedió a licuar la mezcla hasta que quedara

homogénea y con ayuda de un colador, se separó la parte sólida de la líquida, esta última es la que se utilizó para los snacks.

Preparación de los Snacks. La elaboración de los snacks se realizó acorde a lo ilustrado en la Figura 1. En un recipiente se colocó harina de maíz junto con el porcentaje a utilizar de puré de cáscara de zanahoria. Se agregó el caldo de vegetales y se amasó hasta que esta estuviera homogénea y sin grumos. Con ayuda de un rodillo se hizo una lámina delgada de aproximadamente 1.5 milímetros de grosor y se cortaron pequeños trozos en forma de triángulo. Posteriormente se colocaron en una bandeja con papel encerado y se hornearon por 20 minutos a una temperatura de 225 °C. Finalmente se dejaron enfriar a temperatura ambiente por 15 minutos.

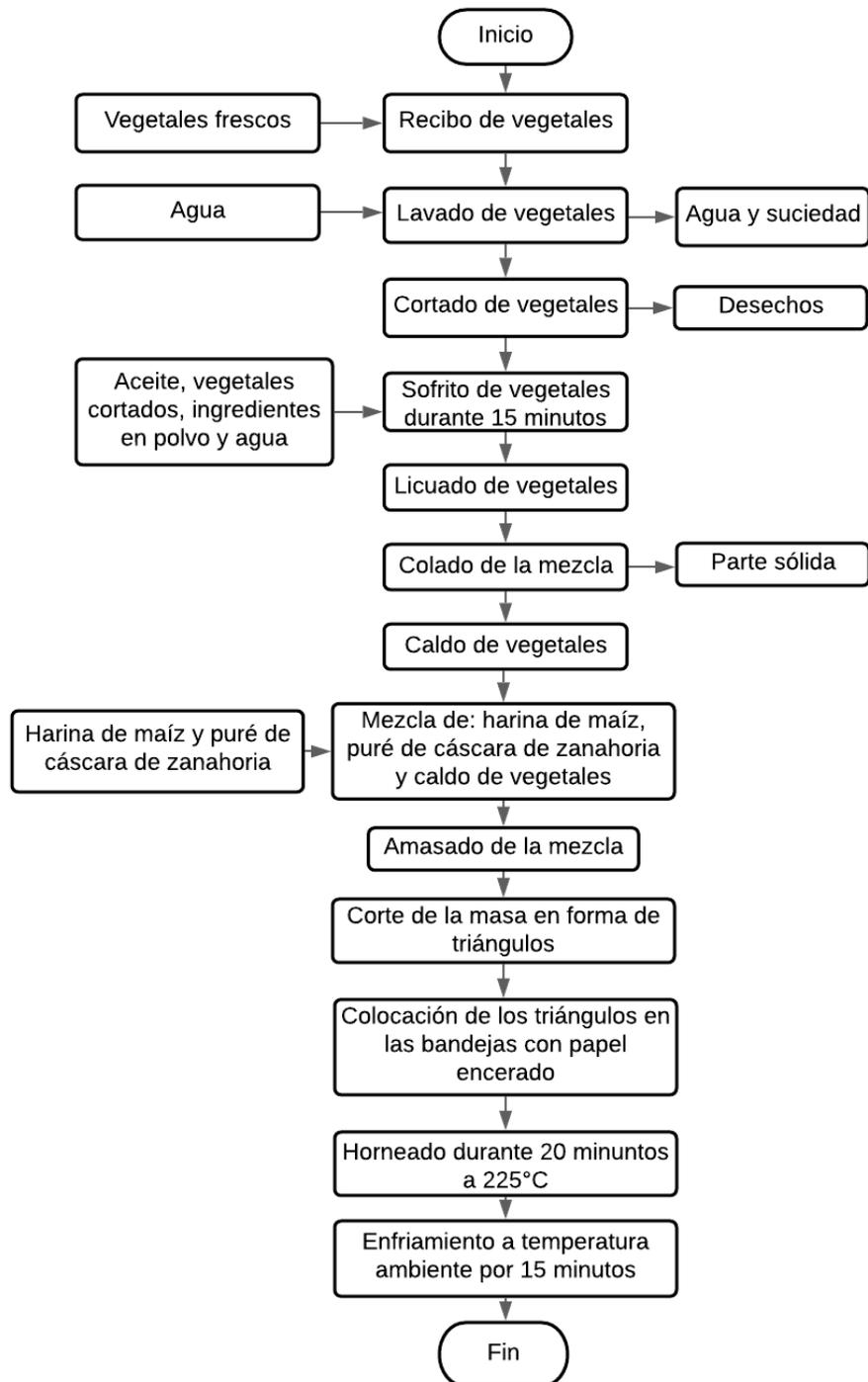
Los porcentajes que se utilizaron para la sustitución de cáscara de zanahoria se basaron en pruebas preliminares realizadas y los tratamientos fueron seleccionados según el sabor, apariencia y textura. Como se especifica en el Cuadro 5, los porcentajes empleados de puré de cáscara de zanahoria fueron: 35, 45, 50 y 60%.

Análisis Sensorial.

Se realizó una evaluación sensorial afectiva con una prueba de aceptación para evaluar el nivel de agrado o desagrado del producto, en el cual, se utilizaron 100 panelistas. Se aplicó una escala hedónica de 9 puntos donde 1: Significa me disgusta extremadamente, 2: Me disgusta mucho, 3: Me disgusta moderadamente, 4: Me disgusta poco, 5: No me gusta ni me disgusta, 6: Me gusta poco, 7: Me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho y 9: Me gusta extremadamente. Esto con el fin de evaluar los atributos de apariencia, color, olor, crocancia, sabor, sabor residual y aceptación general.

Figura 1

Flujo de proceso para la elaboración de snacks.



Diseño Experimental.

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) evaluando cuatro tratamientos y un control, con tres repeticiones, obteniendo un total de 15 unidades experimentales para el análisis sensorial. Los tratamientos evaluados se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5

Tratamiento de la segunda fase: snacks horneados a base de harina de maíz con sustitución de puré de cáscara de zanahoria.

Ingredientes (%)	Tratamientos				
	1	2	3	4	Control
Harina de maíz	32.5	33.6	33.3	29.1	36.4
Puré de cáscara de zanahoria	35	45	50	60	0
Caldo de vegetales	32.5	21.4	16.7	10.9	63.6
Total (%)	100	100	100	100	100

Nota. Control: Snack a base de harina de maíz con 0% de sustitución de puré de cáscara de zanahoria. T1: Snack a base de harina de maíz con 35% de sustitución de puré de cáscara de zanahoria. T2: Snack a base de harina de maíz con 45% de sustitución de puré de cáscara de zanahoria. T3: Snack a base de harina de maíz con 60% de sustitución de puré de cáscara de zanahoria.

Análisis Estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron en el programa SAS® (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés), Versión 9.4, a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias (DUNCAN) a fin de determinar el tratamiento con los mejores resultados de la evaluación sensorial trabajando con un nivel de confianza de 95%. Además, se realizó un análisis de correlación para determinar si existía relación entre los atributos evaluados con la aceptación general de los panelistas.

Fase III: Desarrollo y Evaluación de Snacks a Base de Harina de Maíz y Puré de Cáscara de Zanahoria con Sustitución de Harina de Grillo

Elaboración de Snacks.

El tratamiento mejor evaluado de la segunda fase fue utilizado como control para la tercera fase. Se utilizó el porcentaje del puré de cáscara de zanahoria del tratamiento mejor evaluado de la fase anterior, y se emplearon tres porcentajes diferentes de sustitución de harina de grillo: 10, 15 y 20%. Se obtuvo un total de tres tratamientos (Cuadro 6). Cabe mencionar que los porcentajes de

sustitución harina de grillo se basaron en el estudio realizado por Barrios Simón (2017) en una tortilla funcional de maíz. Con respecto al caldo de vegetales, se excluyó de la formulación de manera que los únicos porcentajes que se tomaron en cuenta fueron los de harina de maíz, puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo. El caldo de vegetales se agregó hasta conseguir la consistencia deseada, la cual era una masa homogénea, no pegajosa y moldeable. La elaboración de los snacks se realizó siguiendo el mismo flujo de proceso de la figura 1, con la diferencia que la parte líquida se agregó a una mezcla de harina de maíz, puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo.

Análisis Sensorial

Se desarrolló una evaluación sensorial afectiva con una prueba de aceptación, para evaluar el nivel de agrado o desagradado del producto, participaron 100 panelistas. Se utilizó una escala de 9 puntos donde 1: Significa me disgusta extremadamente, 2: Me disgusta mucho, 3: Me disgusta moderadamente, 4: Me disgusta poco, 5: No me gusta ni me disgusta, 6: Me gusta poco, 7: Me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho y 9: Me gusta extremadamente. Esto con el fin de evaluar los atributos de apariencia, color, olor, crocancia, sabor, sabor residual y aceptación general.

Diseño Experimental

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) evaluando tres tratamientos y un control, se realizaron tres repeticiones obteniendo un total de 12 unidades experimentales para el análisis sensorial. Los tratamientos por evaluar en esta fase se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 6

Tratamientos de la fase II: Snacks horneados a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria con sustitución de harina de grillo.

Ingredientes (%)	Tratamientos			Control
	1	2	3	
Harina de maíz	45.00	40.00	35.00	55.00
Harina de grillo	10.00	15.00	20.00	0.00
Puré de cáscara de zanahoria	45.00	45.00	45.00	45.00
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Snack a base de harina de maíz con 45% de puré de cáscara de zanahoria. T1: Snack a base de harina de maíz con 45% de puré de cáscara de zanahoria y sustitución del 10% de harina de grillo. T2: Snack a base de harina de maíz con 45% de puré de cáscara de zanahoria

y sustitución del 15% de harina de grillo. T3: Snack a base de harina de maíz con 45% de puré de cáscara de zanahoria y sustitución del 20% de harina del grillo.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se analizaron en el programa SAS® (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés), Versión 9.4, a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias (DUNCAN) a fin de determinar el tratamiento con los mejores resultados de la evaluación sensorial trabajando con un nivel de confianza de 95%. Además, se realizó un análisis de correlación para evaluar qué criterio o atributo tiene mayor influencia en la aceptación general del producto.

Para finalizar la tercera fase, se realizaron análisis fisicoquímicos al control y al tratamiento con mayor aceptación del análisis sensorial.

Análisis Químicos

Se realizaron análisis químicos al tratamiento con mayor aceptación del análisis sensorial de la fase 3. Al control se le ejecutaron los mismos análisis, con la diferencia que a este no se le evaluó grasa cruda ni perfil de ácidos grasos. Los análisis realizados fueron:

- Humedad por horno de convección (AOAC 945.15)
- Cenizas (AOAC 923.03)
- Proteína cruda (AOAC 2001.11)
- Fibra dietética (AOAC 985.29)
- Análisis de grasa cruda (AOAC 2003.06)
- Perfil de ácidos grasos (AOCS Ce 1j-07)

Los métodos y procedimientos aplicados para los análisis fueron los mismos que ya fueron descritos para la harina de grillo.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico. Los resultados obtenidos de la harina de grillo se incluyeron en este análisis estadístico. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA). se establecieron tres repeticiones de los análisis químicos aplicados al tratamiento y a la harina de grillo. Para el control solo se hicieron dos repeticiones. Los resultados obtenidos se analizaron en el

programa SAS® (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés) versión 9.4 a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias ajustadas (DUNCAN). Se trabajó con un nivel de confianza de 95%. En el caso del análisis de grasa cruda, debido a que solo se desarrolló en la harina de grillo y en el tratamiento con mayor aceptación, se aplicó una prueba t-Student.

Análisis Físicos

Los análisis físicos que se desarrollaron fueron de color y dureza, estos se aplicaron a la harina de grillo, al tratamiento mejor evaluado y al control para el color y el análisis de dureza se realizó solamente a los dos últimos.

Color. Se utilizó el colorímetro ColorFlex Hunter; mediante el método AN 1018.00. La escala utilizada fue L a b. "L" indica la claridad (luminosidad), donde 100 es blanco y 0 es negro. "a" es un indicador de cromaticidad y representa la tonalidad de verde a rojo, donde el mayor valor (+60) representa la tonalidad del rojo y el menor (-60) el color verde. "b" indica que al obtener valores mayores (+60) el color es de tonalidad amarillo y color azul con valores negativos (-60).

Análisis de Dureza. Se realizó con el texturómetro de Brookfield CT3 siguiendo el método ASTM E83. En este análisis se obtuvo la fuerza (Newton) necesaria para fracturar totalmente los snacks.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico. Se realizaron tres repeticiones de la harina de grillo, control y tratamiento mejor evaluado para los análisis de color. Por otro lado, para el análisis de dureza se realizaron tres repeticiones para el control y el tratamiento mejor evaluado, los resultados obtenidos se analizaron como muestras independientes con una prueba t-Student y para el análisis de color se utilizó una separación de medias DUNCAN; aplicando para ambas un análisis de varianza (ANDEVA) en el programa SAS® (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés), versión 9.4. Se trabajó con un nivel de confianza de 95%.

Resultados y Discusión

Fase I: Análisis Microbiológicos de las Materias Primas y Análisis Químico de la Harina de Grillo

Análisis Microbiológicos

En la industria alimentaria se toman en cuenta diferentes criterios microbiológicos en las materias primas o productos terminados, con el fin de determinar la aceptabilidad de estos basado en la ausencia o la cantidad de microorganismos por unidad de volumen, masa o superficie. Para la harina de grillo se utilizó como referencia lo indicado por la Agencia Canadiense de Alimentos (CFIA 2018) en el reporte final de “Patógenos bacterianos en insectos comestibles”, descritos en el Cuadro 1; obteniendo como resultado ausencia/25 gramos de alimento para *Salmonella* spp. y <10 UFC/g para *E. coli*. Con respecto a las Enterobacterias, Mohos y Levaduras, se utilizaron los límites establecidos por la Agencia Federal Belga para la Seguridad de la Cadena Alimentaria (Belgian Federal Agency for the Safety of the Food Chain 2018), donde se especifican criterios regulatorios y límites de acción para contaminantes microbianos en insectos y productos a base de estos (Cuadro 2). Los resultados fueron 2,800 <10 y 95,000 UFC/g, respectivamente. Por lo tanto, los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permitidos por las dos agencias mencionadas anteriormente, garantizando que la harina de grillo puede ser destinada al consumo humano.

Para el puré de cáscara de zanahoria se utilizaron los límites establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (2018) del subgrupo de comidas preparadas, refrigeradas o congeladas (RTCA 67.04.50:17). Los resultados para *E. coli* y *Staphylococcus aureus* fueron de <10 UFC/g, mientras que para *Salmonella* spp. se determinó ausencia en 25 gramos de alimento. Cabe mencionar que el puré de cáscara de zanahoria sufrió un tratamiento térmico (95 °C por 5 minutos), según Cáseres Paredes (2012), la temperatura y el tiempo aplicados concuerdan con el tratamiento de pasteurización, el cual destruye o reduce la cantidad de microorganismos productores de alteraciones en ciertos alimentos. Además, las altas temperaturas en periodos cortos de tiempo contribuyen a

asegurar la inocuidad del producto. Al igual que la harina de grillo, el resultado de los conteos microbiológicos del puré de cáscara de zanahoria se encontró dentro de los límites establecidos.

Los resultados del análisis químico de la harina de grillo se discutirán junto con los obtenidos en la fase III, con el fin de realizar una comparación entre estos.

Análisis Sensorial

Para esta investigación se realizaron dos análisis sensoriales afectivos con una prueba de aceptación para los snacks elaborados en cada fase. Con el objetivo de determinar en la segunda fase, el control para la tercera fase y en esta última definir el tratamiento con mayor aceptación por los panelistas.

Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de Snacks a Base de Harina de Maíz con Sustitución de Puré de Cáscara de Zanahoria

En la fase II se evaluaron los snacks a base de harina de maíz con sustitución de cuatro niveles porcentuales diferentes de puré de cáscara de zanahoria (35, 45, 50 y 60%). Los resultados obtenidos demostraron que, no hay diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en los atributos de apariencia y color, lo cual indica que estas propiedades fueron igualmente aceptadas por los panelistas. Sin embargo, se presentaron diferencias estadísticas entre el tratamiento control (0% puré de cáscara de zanahoria) y los tratamientos en los atributos de olor, crocancia, sabor, sabor residual y aceptación general.

Apariencia y Color

La apariencia y el color del producto son los primeros parámetros evaluados visualmente por el consumidor y están directamente relacionados con la aceptación o rechazo de este (Lopez Restrepo et al. 2016). En el Cuadro 7 se puede observar que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en los atributos de apariencia y color. Estos fueron evaluados como “me gusta poco”. Según Ccahua Tumpay (2015) la sustitución de zanahoria provoca un cambio de color y hay un aumento en el color rojo y amarillo de los productos. Contrario a esto, los resultados obtenidos pueden no haber presentado una

diferencia significativa en estos atributos, debido a que el color fue principalmente aportado por el caldo de vegetales agregado con el fin de no utilizar saborizantes ni colorantes artificiales.

El caldo de vegetales contenía tomates y chiles verdes, los cuales pueden ser los responsables del color del control y los tratamientos. El licopeno es el carotenoide con mayor abundancia presente en el tomate y como lo menciona Luna Guevara y Delgado Alvarado (2014), el licopeno y el β -caroteno junto con la clorofila, pertenecen al grupo de pigmentos responsables de la coloración de este durante sus diferentes estadios de madurez. Con respecto al chile, según Martínez Frías (2012), el color verde del chile se debe a las grandes cantidades de clorofila en el mismo y cuando estos maduran algunos chiles se suelen tornar de un color rojo o amarillo debido a la presencia de ciertos pigmentos. Por lo que el contenido de licopeno, β -caroteno y clorofila pertenecientes al tomate y al chile pueden tener mayor influencia en el color del control y los tratamientos; debido a que todos contenían en su formulación cierto porcentaje del caldo causando que no haya una diferencia significativa en el color de estos.

Con respecto a la apariencia, todos los tratamientos y el control fueron desarrollados con el mismo tamaño, forma y grosor, además de haber sido horneados a la misma temperatura y tiempo. Debido a esto se puede justificar la ausencia de diferencias significativas en este atributo.

Olor

Según García Palacios (2018), el olfato tiene una conexión directa con los circuitos cerebrales, los cuales están relacionados con la memoria. Debido a que los consumidores están acostumbrados a un olor característico de los snacks a base de harina de maíz, estos pueden presentar cierto disgusto en cuanto a los tratamientos, ya que poseen puré de cáscara zanahoria. La zanahoria posee componentes fenólicos, ácidos clorogénicos y varios terpenos (Rosamel Chantal 2019), los cuales pueden generar olores en este alimento. En este estudio, el control fue diferente a los tratamientos con 35, 45, y 60% de cáscara de zanahoria, y entre ellos el control fue el de mayor aceptación. Además, no hubo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos como se muestra en el

Cuadro 7. Este atributo se ve afectado considerablemente durante el proceso de secado, debido al uso de altas temperaturas, las cuales producen pérdidas de compuestos volátiles y la formación de otros compuestos a menudo indeseables (Raice et al. 2015).

Crocancia

Las características de los snacks se encuentran estrechamente relacionadas con las propiedades de la materia prima, y según Mena Zambrano (2016), este tipo de alimento se caracteriza principalmente por su bajo contenido de humedad y textura crocante, siendo ésta última la característica sobresaliente en estos productos. En los resultados obtenidos (Cuadro 7), no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, sin embargo, si hay diferencias entre el control y los tratamientos. El control fue evaluado como “me gusta moderadamente” en la escala hedónica, mientras que los tratamientos recibieron una calificación de “me gusta poco”, por lo que se puede decir que la sustitución de puré de cáscara de zanahoria provoca una menor aceptación del producto y que la cantidad adicionada de puré entre 35 a 60%, no afecta en la aceptación.

La cáscara de zanahoria destaca debido a sus propiedades nutricionales, dentro de las cuales está su alto contenido de fibra (Allauca Asqui 2019). Debido a lo anterior, se puede inferir que los tratamientos poseen mayor contenido de fibra con respecto al control, influyendo en su crocancia. Resultados similares se encontraron en un estudio realizado por Domínguez Zarate et al. (2019) en tortillas producidas con harina de ramón con el fin de incrementar la fibra dietética total, en donde a mayor contenido de fibra, se presentó menor dureza y fueron menos aceptadas por los panelistas para el atributo de textura.

Cuadro 7

Análisis sensorial de los atributos de apariencia, color, olor y crocancia para el control y los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria.

Tratamientos	Atributos			
	Apariencia \pm D.E.(NS)	Color \pm D.E. (NS)	Olor \pm D.E.	Crocancia \pm D.E.
GPU0HM	6.49 \pm 1.82	6.49 \pm 1.69	6.75 \pm 1.50 A	7.12 \pm 1.49 A
35PU1HM	6.28 \pm 1.66	6.35 \pm 1.61	6.32 \pm 1.54 B	6.34 \pm 1.68 B
45PU2HM	6.59 \pm 1.61	6.49 \pm 1.56	6.16 \pm 1.54 B	6.20 \pm 1.93 B
50PU3HM	6.40 \pm 1.54	6.42 \pm 1.56	6.45 \pm 1.49 AB	6.20 \pm 1.69 B
60PU4HM	6.32 \pm 1.69	6.48 \pm 1.51	6.37 \pm 1.69 B	6.22 \pm 1.85 B
C.V. (%)	19.02	17.53	17.68	22.27

Nota. A-B Medias seguidas de letras distintas entre columnas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). NS: No hay diferencia

estadística significativa. GPU0HM: 0% de puré cáscara de zanahoria + 36.4% de harina de maíz. 35PU1HM: 35% de puré cáscara de zanahoria + 32.5% de harina de maíz. 45PU2HM: 45% de puré de cáscara de zanahoria + 33.6% de harina de maíz. 50PU3HM: 50% de puré de cáscara de zanahoria + 33.3% de harina de maíz. 60PU4HM: 60% de puré de cáscara de zanahoria + 29.1% de harina de maíz. C.V: Coeficiente de variación. D.E. Desviación estándar. Escala hedónica de 9 puntos, donde 1: Me disgusta extremadamente, 5: No me gusta, ni me disgusta, 9: Me gusta extremadamente.

Sabor

El sabor del control mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$) únicamente con el tratamiento 50PU3HM. Tanto el control como los tratamientos fueron calificados como “me gusta poco” a excepción del 50PU3HM que fue evaluado como “no me gusta, ni me disgusta”. Los grados Brix de la zanahoria varían entre 7 a 14 (Richmond et al. 2011), por lo cual posee un sabor ligeramente dulce (Ortiz Vargas y Mamani Sullca 2015). Al adicionarse puré de cáscara de zanahoria en diferentes proporciones a los tratamientos, el sabor característico se pudo transmitir y disminuir la aceptación de este atributo. La afirmación anterior coincide con los resultados obtenidos por Sánchez Egüez y Carrasco Carpio (2012) en donde desarrollaron un yogurt probiótico de zanahoria edulcorado con Stevia. En el anterior estudio se utilizó pulpa, zumo y jalea de zanahoria en tratamientos diferentes, obteniendo productos con aroma característico y sabor dulce.

Sabor Residual

Según Burba y Cavagnaro (2018), es también llamado retrogusto o sensaciones terciarias y se define como la persistencia de una sensación de sabor tras haber pasado el alimento por la boca, en

general por la lengua y estar fuera de contacto con las papilas gustativas. El sabor residual entre el control y el tratamiento 35PU1HM, no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$), sin embargo, sí se presentó diferencia con los otros tratamientos. El control y el tratamiento con 35% de sustitución de puré de cáscara de zanahoria fueron evaluados como “me gusta poco” y finalmente los tratamientos con una sustitución de 45, 50 y 60% fueron calificados como “no me gusta ni me disgusta”. Los resultados obtenidos pueden estar relacionados con el contenido de humedad del ingrediente utilizado en los tratamientos, ya que el del puré de cáscara de zanahoria es mayor que el de los demás ingredientes. Según Fernández Argel y Pérez Álvarez (2016) esta situación puede estar relacionada con la humedad que adquiere el producto, ya que esta es la responsable de que el aceite presente en el alimento se deteriore con mayor rapidez; generando así, rancidez y presencia de sabores residuales como amargos que son considerados para el panelista, desagradables. Como se observa en el Cuadro 8, la calificación del sabor residual disminuye a medida que aumenta el contenido de puré de cáscara de zanahoria.

Aceptación General

Este atributo involucra la aceptación de todos los aspectos evaluados en la escala hedónica utilizada. El control y los tratamientos fueron calificados como “me gusta poco”, no se presentó diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre el control y el tratamiento 35PU1HM, sin embargo, si hubo diferencia entre el control con el resto de los tratamientos, tal como se muestra en el Cuadro 8. Se determinó que, al haber un mayor porcentaje de sustitución de puré de cáscara de zanahoria en la formulación, la aceptación general del panelista por los snacks disminuye.

Fase III. Elaboración de Snacks a Base de Harina de Maíz y Puré de Cáscara de Zanahoria con Sustitución de Harina de Grillo

En la fase III se tomó como control el tratamiento mejor evaluado de la fase II. Se seleccionó la sustitución de puré de cáscara de zanahoria del 45% como control, ya que ésta obtuvo la misma aceptación general que el tratamiento con sustitución de 35%, por lo que se decidió tomar el de mayor porcentaje. Los tratamientos evaluados fueron los snacks a base de harina de maíz, 45% de puré de cáscara de zanahoria y tres niveles porcentuales de sustitución de harina de grillo (10, 15 y 20%). Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el control y los tratamientos en todos los atributos evaluados, siendo estos: apariencia, color, olor, crocancia, sabor, sabor residual y aceptación general.

Apariencia

Al seleccionar un alimento, la apariencia es quizás la característica más importante para el consumidor, este debe de ser atractivo a la vista ya que, se empieza a comer con los ojos (Prudencio Prudencio 2018). Como se observa en el Cuadro 10, se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) de los tratamientos respecto al control, al igual que entre los tratamientos. El control fue evaluado como “me gusta moderadamente”, el tratamiento con sustitución de 10% de harina de grillo fue evaluado como “no me gusta ni me disgusta” y finalmente los tratamientos con sustitución de 15% y 20% fueron evaluados como “me disgusta poco”. En el cuadro mencionado, se puede apreciar que a medida aumenta el porcentaje de harina de grillo en la formulación, disminuye la aceptación de la apariencia del producto. Esto coincide con un estudio realizado por Pombo Losada (2018), en el cual se desarrolló un snack de pan incorporando harina de insecto (*Alphitobius diaperinus*), donde la apariencia con mayor aceptación en los tratamientos fue la que contenía menor porcentaje de esta harina. Esto se debe a que, al aumentar el contenido de harina de grillo, la apariencia y color de la masa se hicieron más oscuras, razón por la cual los panelistas perciben menos atractivo el producto con respecto a la apariencia. Según Lucas González et al. (2019), el color de los alimentos es una cualidad importante

desde el punto de vista del consumidor, debido a que este puede afectar positiva o negativamente la percepción de los consumidores. El control y los tratamientos con sustitución de harina de grillo indicaron diferencia significativa ($P < 0.05$). El control fue evaluado como “me gusta moderadamente” y los tratamientos tuvieron una menor aceptación para este atributo (Cuadro 10). Esto debido a que la harina de grillo presenta un color marrón con tonalidad verdosa (Arana Miranda et al. 2020), el cual se trasladó a los tratamientos. Debido al color que aporta la harina de grillo, se presentó una disminución en la aceptación del color, a medida aumentó el porcentaje de esta. Los resultados coinciden con el estudio realizado por Álvarez Miguel (2019), en donde se realizaron barras con incorporación de harina de grillo y se obtuvo que, al aumentar la cantidad de harina en 10, 15 y 20%, la luminosidad del producto disminuía, dando un cambio de color hacia marrón.

Olor

El olor es considerado el segundo filtro en la aceptación de los alimentos, incluso hay autores que opinan que este es más importante que el sabor, puesto que es una práctica común oler el alimento antes de ponerlo en la boca. El olor entre tratamientos y el control presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo la evaluación del control como “me gusta poco”, el tratamiento con 10% de harina de grillo “no me gusta ni me disgusta” y los tratamientos con 15 y 20% “me disgusta poco”. Al igual que en los atributos anteriores, la aceptación se reduce al incrementar el contenido de harina de grillo. Coincide con los resultados obtenidos por Pambo Kennedy et al. (2018) en su estudio de bollos con harina de grillo, mencionan que el atributo de olor en el tratamiento con sustitución de 10% fue calificado como “demasiado”. Además, hacen mención que la implicación del mal olor percibido de los grillos es probablemente una barrera para la aceptación de los alimentos a base de estos y es posible que esta barrera no se mitigue simplemente proporcionando información sobre los beneficios nutricionales de dichos alimentos. Contrario a lo anterior, Arana Miranda et al. (2020) afirmó que la harina de grillo no tiene un tipo de aroma en particular.

Crocancia

Este atributo es una de las características de mayor interés en los consumidores de productos como “tortillas chips” (Méndez Delgado 2020). Los resultados obtenidos en la evaluación de la crocancia presentan diferencia significativa entre todos los tratamientos ($P < 0.05$). El control fue evaluado como “me gusta moderadamente”, el tratamiento con 10% de harina de grillo fue evaluado como “no me gusta ni me disgusta” y los tratamientos con 15 y 20% fueron evaluados como “me disgusta poco”. La aceptación de la crocancia aumenta a mayor contenido de harina de maíz. Este resultado coincide con el estudio realizado por Cruz Leiva et al. (2016) donde desarrollaron un snack nutritivo libre de gluten; se analizaron 4 tratamientos con diferentes proporciones de harina de maíz dorado (Maíz QPM, por sus siglas en inglés Máxima Calidad de Proteína) y camote naranja (*Ipomea Batatas*). Se obtuvo que el tratamiento con mayor porcentaje de harina de maíz, debido a que el almidón aportado por esta contribuyó a una mejor hidratación de la masa final; otorgando así, una mejor manipulación y buena crocancia en el producto final, atributo que no tuvieron las otras formulaciones. Debido a lo anterior, se puede decir que la crocancia del producto se vio afectada debido a la sustitución de ciertos porcentajes de harina de maíz por harina de grillo.

Cuadro 10

Análisis sensorial de los atributos de apariencia, color, olor y crocancia para los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz, puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo.

Tratamientos	Atributos			
	Apariencia \pm D.E.	Color \pm D.E.	Olor \pm D.E.	Crocancia \pm D.E.
CHM0HG	7.46 \pm 1.30A	7.46 \pm 1.40A	6.71 \pm 1.46A	7.23 \pm 1.52A
1HM10HG	5.72 \pm 1.63B	5.64 \pm 1.62B	5.12 \pm 1.95B	5.95 \pm 1.51B
2HM15HG	4.64 \pm 1.72C	4.80 \pm 1.70C	4.74 \pm 1.64C	4.97 \pm 2.22C
3HM20HG	4.69 \pm 1.45C	4.66 \pm 1.36C	4.58 \pm 1.80C	4.49 \pm 1.80D
C.V. (%)	20.92	25.82	25.82	27.32

Nota. ^{A-D} Medias seguidas de letras distintas entre columnas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 2HM15HG: 40% de harina de maíz + 15% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 3HM20HG: 35% de harina de maíz + 20% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Desviación Estándar. Escala hedónica de 9 puntos donde 1: Me disgusta extremadamente, 5: No me gusta, ni me disgusta, 9: Me gusta extremadamente.

Sabor

Con respecto al sabor de la harina de grillo, muchas culturas que consumen estos insectos aseguran que poseen un sabor exquisito, y han creado recetas para poder degustarlos debido a que poseen cualidades nutricionales (Vera Cedeño 2020). Contrario a lo anterior, en el Cuadro 11 se puede observar que la proporción de harina de grillo afecta la aceptación del sabor negativamente. El control y los tratamientos presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), evaluando el control como “me gusta moderadamente”. Según Pérez Horcajo (2018) quien realizó un estudio de las propiedades sensoriales de crema de cacao con sustitución de harina de grillo, el sabor no se ve afectado si el porcentaje añadido de harina es menor al 5%. Lo que explica el comportamiento de los resultados para los chips al tener sustituciones de 10, 15 y 20%.

Sabor Residual

Como se observa en el Cuadro 11, el sabor residual de los snacks evaluados se ve afectado negativamente a medida que la sustitución de harina de grillo en los tratamientos aumenta. El control fue evaluado como “me gusta poco” recibiendo la mejor puntuación, por otro lado, el tratamiento 1HM10HG (sustitución del 10% harina de grillo) tuvo una calificación de “no me gusta, ni me disgusta”, por último, los tratamientos 2HM15HG (sustitución del 15% de harina de grillo) y 3HM20HG (sustitución del 20% de harina de grillo) fueron valorados como “me disgusta poco”. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Pombo Losada (2018) en el desarrollo de un snack de pan incorporando harina de *Alphitobius diaperinus*, quien reportó que la cantidad de harina de insecto utilizada en las muestras es directamente proporcional con el retrogusto o sabor residual del producto. Además, hace mención que uno de los atributos sensoriales más afectados por la incorporación de harina de insecto es el sabor residual y se debería de contemplar la inclusión de ingredientes como saborizantes para mejorar la apreciación por los consumidores.

Aceptación General

Los tratamientos sí presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), donde el control fue el tratamiento mejor evaluado, siendo este calificado como “me gusta moderadamente” en la escala hedónica de 9 puntos. Por otro lado, a medida que la sustitución de harina de grillo aumentó en los tratamientos evaluados, estos fueron afectados negativamente. Resultados similares fueron reportados por Pombo Losada (2018), donde mencionó que conforme aumentaba el porcentaje de harina de *Alphitobius diaperinus* la aceptación por parte de los catadores disminuía.

Cuadro 11

Análisis sensorial de los atributos de sabor, sabor residual y aceptación general para los cuatro tratamientos de snack a base de harina de maíz, puré de cáscara de zanahoria y harina de grillo.

Tratamientos	Atributos		
	Sabor \pm D.E.	Sabor residual \pm D.E.	Aceptación general \pm D.E.
CHM0HG	7.23 \pm 1.50 ^A	6.89 \pm 1.54 ^A	7.32 \pm 1.36 ^A
1HM10HG	5.86 \pm 1.76 ^B	5.55 \pm 1.83 ^B	5.73 \pm 1.63 ^B
2HM15HG	5.22 \pm 1.70 ^C	4.77 \pm 1.72 ^C	4.85 \pm 1.75 ^C
3HM20HG	4.96 \pm 1.86 ^C	4.54 \pm 1.90 ^C	4.62 \pm 1.53 ^C
C.V. (%)	23.49	26.4	21.5

Nota. ^{A-C} Medias seguidas de letras distintas en cada columna indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 2HM15HG: 40% de harina de maíz + 15% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 3HM20HG: 35% de harina de maíz + 20% de harina de grillo 45% de puré de cáscara de zanahoria. C.V: Coeficiente de variación. D.E: Desviación estándar. Escala hedónica de 9 puntos donde 1: Me disgusta extremadamente, 5: No me gusta, ni me disgusta, 9: Me gusta extremadamente.

El análisis de correlación (Cuadro 12) muestra que el atributo que tuvo una relación positiva ($r \geq 0.6$) con la aceptación general del snack horneado a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria con sustitución de harina de grillo fue el olor (0.60228). Por otro lado, los atributos de sabor (0.76365) y sabor residual (0.81358) presentaron una correlación alta positiva ($r \geq 0.7$). Con los resultados obtenidos se puede decir que los atributos con mayor influencia en la aceptación general del producto fueron los anteriormente mencionados, por lo que al realizar mejoras en estas características se podría obtener una mejor aceptación por parte de los panelistas.

Cuadro 12

Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial de snack horneado a base de harina de maíz con sustitución de harina de grillo y puré de cáscara de zanahoria.

Coeficiente de correlación de Pearson, N = 500						
	Apariencia	Color	Olor	Crocancia	Sabor	Sabor residual
Aceptación General	0.48471	0.50363	0.60228	0.58731	0.76365	0.81358
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Análisis Químicos y Físicos

Se realizaron diferentes análisis de laboratorio, dentro de los cuales para los análisis químicos se desarrollaron los siguientes: humedad, ceniza, proteína, fibra dietética, grasa y perfil de ácidos grasos. Cabe mencionar que los dos últimos se ejecutaron únicamente en la harina de grillo y en el tratamiento con mayor aceptación de la fase III por el presupuesto disponible. Por otro lado, para los análisis físicos se evaluó el color y la dureza, estos fueron aplicados al tratamiento mejor evaluado y al control de la tercera fase.

Análisis Químicos**Humedad.**

La humedad en los alimentos abarca toda el agua global del mismo y mucha de esta se encuentra libre y es causante de múltiples reacciones que podrían dañar el producto. El proceso más utilizado para aumentar la vida útil de los insectos empleados para la alimentación es el secado, esta tecnología reduce la humedad de estos y como consecuencia disminuye las reacciones degradativas enzimáticas y microbiológicas (Avendaño et al. 2020). Los alimentos como las harinas y chips poseen humedades bajas, esto debido a que pasan por procesos térmicos y de esta forma se logra tener una vida de anaquel estable.

En el Cuadro 13 se presentan los resultados del contenido de humedad de la harina de grillo, el cual fue de 6.98%. Valores menores se encontraron en otros estudios, los cuales fueron de 1.49% (Pérez Horcajo 2018) y 3.74% (Vera Cedeño 2020). Esta diferencia de humedad puede atribuirse a la

manipulación que se le dio a la harina utilizada en este estudio previo a su análisis. Debido a que fue comprada a proveedores de Guatemala, en el transcurso del viaje más el tiempo (Un mes) que se tuvo almacenada en bolsas de plástico, esta al ser higroscópica pudo haber absorbido cierta humedad del ambiente.

Con respecto al tratamiento y al control, no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$). La humedad del control fue de 3.43% y para el tratamiento fue de 2.78%. Valores similares se obtienen en otros tipos de snack horneados como galletas con sal que poseen 4% de humedad y galletas de coco con 2.4% (Cajamarca e Inga 2012). Los valores obtenidos muestran que no hay un impacto en la humedad del producto al sustituir 10% de harina de maíz por harina de grillo en la formulación. Resultados similares se encontraron en un estudio realizado en un snack de pan incorporando harina de escarabajo (*Alphitobius diaperinus*) en donde se utilizaron porcentajes de 0, 2.5, 5, 7.5, 10 y 12.5%, y de igual forma no se presentaron diferencias significativas para el parámetro de humedad (Pombo Losada 2018).

Cuadro 13

Resultado de análisis de humedad expresado en porcentaje de la harina de grillo y del tratamiento mejor evaluado.

Tratamiento	Media (%) \pm D.E.
HG	6.98 \pm 0.12A
CHM0HG	3.43 \pm 0.20B
1HM10HG	2.78 \pm 0.32B
C.V. (%)	4.75

Nota. ^{A-B} Medias seguidas de letras distintas en cada columna indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). HG: Harina de grillo.

1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Cenizas.

El contenido de cenizas de un alimento hace referencia a los residuos inorgánicos que permanecen tras la combustión de la materia orgánica de cualquier matriz alimenticia. Además, el contenido de cenizas representa el total de minerales nutricionales del alimento, por lo que es importante conocer este valor (Harris y Marshall 2017). El Cuadro 14 reporta que el contenido de

cenizas para la harina de grillo es de 4.80%, cuyo resultado es mayor al reportado por Portillo Rivera (2017) el cual fue de 3.60%. En otro estudio realizado por Medina Milian (2020) se obtuvieron valores más cercanos; en donde se reporta que hay una variabilidad en el contenido de cenizas según el alimento que se proporciona durante la crianza de los grillos. En el estudio anteriormente mencionado se obtuvieron valores de 4.46, 4.50 y 4.58% al ser alimentados con lechuga, zanahoria y zucchini respectivamente.

Por otro lado, el contenido de cenizas en el control es de 3.44% y en el tratamiento mejor evaluado es de 2.89%, los cuales si presentan diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Se puede observar que al sustituir 10% de harina de maíz por harina de grillo hay una disminución en las cenizas presentes en el producto. Contrario a esto el estudio realizado en barras con incorporación de harina de grillo en 2019 por Álvarez Miguel, se presentó un aumento del contenido de cenizas al incorporar mayor porcentaje de harina de grillo, atribuyéndolo al alto contenido de minerales en este tipo de harina.

Cuadro 14

Resultado de análisis de ceniza expresado en porcentaje de la harina de grillo y del tratamiento mejor evaluado.

Tratamiento	Media (%) \pm D.E.
HG	4.80 \pm 0.08A
CHM0HG	3.44 \pm 0.20B
1HM10HG	2.89 \pm 0.13C
C.V. (%)	3.74

Nota. ^{A-C} Medias seguidas de letras distintas entre columnas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). HG: Harina de grillo.

CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Proteína.

Las proteínas son responsables de múltiples funciones en el organismo humano, debido a esto son una de las biomoléculas más importantes en la dieta. Son indispensables para el crecimiento del organismo y dentro de las diversas funciones que poseen destacan: estructural, contráctil, enzimáticas, homeostáticas, inmunológicas, producción de costras, protectoras y transducción de

señales (Idrogo Medina 2018). Debido a esto es de gran relevancia desarrollar alimentos que posean altos niveles de estas moléculas orgánicas.

El Cuadro 15 reporta que la harina de grillo utilizada en este estudio contiene 68.23% de proteína. Con respecto a este valor, un estudio realizado por Blanco Miranda y Giraldo Carrillo (2016) presentaron resultados similares, el cual fue de 67.1%. Por otro lado, Vera Cedeño (2020) muestra 49.55% para el mismo producto. La variabilidad en la proteína presente en este tipo de harina puede ser causada por múltiples factores, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes: estado de desarrollo del insecto, alimentación y forma de crianza (Avendaño et al. 2020). A causa de lo anteriormente mencionado, se puede justificar la diferencia entre los resultados obtenidos con investigaciones realizadas por otros autores. Cabe mencionar que los proveedores de harina de grillo de esta investigación basan la alimentación de estos en balanceado para cerdo, aves y tilapia, los cuales tienen un contenido de proteína alto, elevando de esta forma los valores del insecto.

De igual forma, en el Cuadro 15 se observa que hay diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el control y el tratamiento mejor evaluado, siendo mayor el contenido del último. El contenido de proteína del tratamiento control (CHM0HG) fue de 8.40%, esto debido al tipo de harina de maíz utilizada con un valor en la formulación de 55%, ya que, según la etiqueta de esta, posee 8.30 g de este nutriente por cada 100 gramos. Se considera que el ingrediente responsable de la mayor presencia de proteína en el control es la harina de maíz, debido a que el puré de cáscara de zanahoria que está en una proporción de 45% de la formulación no contiene cantidades importantes de esta biomolécula. La cáscara de zanahoria no destaca por la proteína presente, sino que, al ser utilizada como materia prima, debido a sus propiedades nutricionales, se puede extraer fibra dietética antioxidante o dar valor agregado a otros productos por su alto contenido de β -carotenos (Allauca Asqui 2019). Finalmente, se debe de mencionar que los ingredientes del caldo de vegetales utilizado como saborizante, tampoco posee ingredientes que representan un alto contenido de proteína.

Por otro lado, el tratamiento mejor evaluado (1HM10HG) contiene 20.38% de proteína, el aumento obtenido en comparación al tratamiento es debido a la sustitución del 10% de harina de maíz por harina de grillo. Como se explicó anteriormente, este tipo de harina posee altos valores de proteína, por lo que, al adicionarla a la formulación, incrementa el contenido de este componente en el producto final. Cabe mencionar que, según el Anexo E del Reglamento Técnico Centroamericano de etiquetado nutricional, tanto la harina de grillo como el control y el tratamiento mejor evaluado, entran en la categoría de alimento “alto” en proteína. Lo anterior debido a que como lo indica el Anexo E, los tres productos poseen por lo menos 6 g de proteína por cada 100 g del alimento.

Cuadro 15

Resultado de análisis de proteína expresada en porcentaje del control, tratamiento mejor evaluado y harina de grillo.

Tratamiento	Media (%) \pm D.E.
HG	68.23 \pm 1.13 ^A
CHM0HG	8.40 \pm 0.12 ^C
1HM10HG	20.38 \pm 0.08 ^B
C.V. (%)	0.47

Nota. ^{A-C} Medias seguidas de letras distintas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. HG: Harina de grillo. C.V: Coeficiente de variación. D.E: Desviación estándar.

Fibra Dietética.

Se denomina fibra dietética a todos los polímeros de hidratos de carbono que poseen grados de polimerización ≥ 3 , que no pueden ser hidrolizados por las enzimas endógenas del intestino delgado humano (Almeida Alvarado et al. 2014). El consumo de esta previene distintas enfermedades y contribuye a la salud del intestino, debido a esto es importante poseer en la dieta con alimentos ricos en fibra. En el Cuadro 16 se reporta que hay una diferencia significativa (< 0.05) entre todas las variables evaluadas. Para el tratamiento control se obtuvo un contenido de 15.54%, que según el Anexo E del etiquetado de productos alimenticios del RTCA este es considerado como alto en fibra. Recordando que el control posee 55% de harina de maíz extra suave, la cual posee 35% de fibra dietética y tiene 45% de puré de cáscara de zanahoria. En las frutas y vegetales se encuentra

mayormente el contenido de fibra dietética, esto incluyendo los subproductos de estas, como cáscaras y hojas. A razón de los ingredientes utilizados para el control, se puede justificar el alto contenido de fibra dietética presentado.

Por otro lado, el contenido que presenta la harina de grillo es de 13.64%. Valor similar se encontró en el estudio de Rumpold y Schlüter (2013), en donde reportaron 16.40% para grillos jóvenes y 19.10% para grillos adultos. Se puede observar que a medida aumenta el desarrollo del insecto, su contenido de fibra dietética se eleva también. Se debe destacar que la fibra presente en la harina de grillo es por la quitina presente en el exoesqueleto del animal. Finalmente, para el tratamiento mejor evaluado el cual contiene 45% de cáscara de zanahoria y 10% de harina de grillo, no es de extrañarse que posea el mayor contenido de fibra dietética (18.09%), considerando que contiene ingredientes en proporciones considerables, que son altos en este componente.

Cuadro 16

Resultado de análisis de fibra dietética expresado en porcentaje del control, tratamiento mejor evaluado y harina de grillo.

Tratamiento	Media (%) ± D.E.
HG	13.64 ± 1.74 ^C
1HM10HG	18.09 ± 1.05 ^A
CHM0HG	15.54 ± 0.36 ^B
C.V. (%)	6.87

Nota. ^{A-C} Medias seguidas de letras distintas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. HG: Harina de grillo. C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Grasa.

Las grasas son otras de las biomoléculas existentes que son esenciales en la nutrición humana. La importancia de estas radica en que aportan energía, son estructuradores de la membrana celular, protectores de órganos, mediadores hormonales, entre otras funciones (Hoyos Serrano 2014). En el Cuadro 17 se pueden observar los resultados obtenidos para el contenido de grasa. Para harina de grillo se tiene un valor de 8.20% y para el tratamiento mejor evaluado (1HM10HG) 10.93%. Un estudio

realizado en harina de grillo por Pérez Horcajo (2018) reporta un contenido de grasa de 19.32%, dichos resultados no concuerdan con los encontrados en esta investigación. La variabilidad existente entre la presente investigación y la mencionada anteriormente puede deberse a que el extracto etéreo (Grasa total) se encuentra en mayor porcentaje en la etapa de adulto del grillo (Blanco Miranda y Giraldo Carrillo 2016). Considerando lo anterior, se puede inferir que los grillos utilizados para el procesamiento de estas harinas pudieron haber sido cosechados en diferentes estadios.

A pesar de que solo se utiliza la harina de grillo en un 10% para el tratamiento (1HM10HG) se obtuvo un contenido de grasa superior al de la harina. Al considerar los ingredientes del caldo de vegetales utilizado como saborizante en el tratamiento, se encuentra uno que es alto en su contenido de grasas, siendo este el aceite de oliva extra virgen de la marca Olitalia. Este aceite según su etiqueta nutricional posee por cada 13 mL, 11.8 g de grasa y todas las calorías del producto son 100% provenientes de las mismas. Como se ve en el Cuadro 4, se utiliza 4.31% de aceite de oliva extra virgen en la formulación del caldo; a pesar de no representar un valor alto de la formulación, la cantidad de lípidos presentes en este ingrediente es suficiente para elevar el contenido de grasa del tratamiento.

Cuadro 17

Resultado de análisis de grasa expresado en porcentaje del tratamiento mejor evaluado y harina de grillo.

Tratamiento	Media (%) ± D.E.
HG	8.20 ± 0.64 ^B
1HM10HG	10.93 ± 0.45 ^A
C.V. (%)	0.24

Nota. ^{A-B} Medias seguidas de letras distintas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. HG: Harina de grillo. C.V: Coeficiente de variación. D.E: Desviación estándar.

Perfil de Ácidos Grasos.

Los ácidos grasos son cadenas hidrocarbonadas que poseen longitudes variables, estos poseen un grupo carboxilo en su extremo, pueden ser saturados o insaturados y son una fuente de energía para las células, ya que pueden oxidarse y obtener ATP (Quintero 2014). En el Cuadro 18 se presenta el perfil de ácidos grasos de la harina de grillo, el cual reporta valores de 27.32% saturados, 42.55% monoinsaturados y 30.13% poliinsaturados. Pérez Horcajo (2018) menciona que la composición de ácidos grasos en la harina de grillo es muy variada, en donde el rango para saturados es de 30.83-41.97%, para monoinsaturados es de 22-48.86% y para poliinsaturados es de 15.95-39.76%; se observa que los valores obtenidos concuerdan con lo reportado en la literatura.

Con respecto a los ácidos grasos específicos, se reportan para los saturados mayor presencia de ácido palmítico (24.64%), para los monoinsaturados está el ácido palmitoleico (2.68%) y ácido oleico (30.01%), y finalmente, para los poliinsaturados está el ácido linoleico (28.08%). En el estudio realizado por Blanco Miranda y Giraldo Carrillo (2016) se sustentan los resultados obtenidos, ya que este asegura que el ácido graso saturado en mayor proporción en harina de grillo es el ácido palmítico (21.6%), para los monoinsaturados son el ácido oleico (22.7%) y palmitoleico (1.1%), y para los poliinsaturados es el ácido linoleico (39%). Se puede justificar la diferencia en los porcentajes obtenidos debido a que el estudio mencionado anteriormente se desarrolló cuando los grillos estaban en la etapa de "ninfas" y los de esta investigación eran adultos. Cabe mencionar que la concentración de ácidos grasos varía según el ciclo de vida en el que se encuentran durante la producción de la harina.

Cuadro 18

Perfil de ácidos grasos de la harina de grillo en g/100 gramos y porcentaje.

Abreviación	Ácido graso	Gramos/100 gramos de alimento	Porcentaje (%)
	Saturados	2.24	27.32
	Monoinsaturados	3.49	42.55
	Poliinsaturados	2.47	30.13
16:0	Ácido hexadecanoico (palmítico)	2.02	24.64
16:1 cis-9	Ácido hexadecenoico (palmitoleico)	0.22	2.68
18:1n9c cis-9	Ácido octadecenoico (oleico)	2.46	30.01
18:2n6 cis - 9,12	Ácido octadecadienoico (linoleico)	2.30	28.08

En el Cuadro 19 se presenta el perfil de ácidos grasos del tratamiento mejor evaluado, el cual posee 10% de harina de grillo. Se puede observar que se encuentran todos los ácidos grasos presentes en la harina de grillo, por lo que podemos decir que si hay un aporte de estos por parte de este ingrediente. Sin embargo, al comparar los resultados de la harina de grillo (Cuadro 18) con el tratamiento, se reporta una disminución en los saturados y poliinsaturados, y un incremento en los monoinsaturados. Lo anterior se debe a que el tratamiento posee caldo de vegetales y este tiene en su formulación aceite de oliva. El aceite de oliva tiene un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, en especial el oleico (Cañoles Paredes 2015). De igual manera, dentro de la formulación del tratamiento se encuentra harina de maíz, y dentro de los ácidos grasos presentes en el maíz está el ácido oleico (FEDNA 2019). Debido a lo anteriormente mencionado, el aceite de oliva y la harina de maíz son los ingredientes que probablemente influyeron en el aumento del ácido oleico. Además, la presencia de ácido esteárico, el cual no está dentro de los ácidos grasos de la harina de grillo utilizada, se debe a que el aceite de oliva si lo posee (Cañoles Paredes 2015), y así mismo, el maíz lo contiene (FEDNA 2019). Cabe mencionar que hay mayor contenido de ácido esteárico en el aceite de oliva, por lo que el principal responsable del incremento obtenido probablemente sea este.

Cuadro 19

Perfil de ácidos grasos para el tratamiento mejor evaluado para g/100 gramos y porcentaje.

Abreviación	Ácido graso	Gramos/100 gramos de alimento	Porcentaje (%)
	Saturados	1.78	16.29
	Monoinsaturados	6.40	58.54
	Poliinsaturados	2.75	25.17
16:0	Ácido hexadecanoico (palmítico)	1.31	11.96
18:00	Ácido octadecanoico (esteárico)	0.39	3.57
18:1n9c cis-9	Ácido octadecenoico (oleico)	6.20	56.69
20:1 cis-11	Ácido eicosenoico (Gadoléico)	0.11	1.04
18:2n6 cis - 9,12	Ácido octadecadienoico (linoleico)	2.65	24.22

Análisis Físicos**Color.**

Wrolstad y Smith (2017), definen al color como una sensación experimentada por un individuo cuando la energía radiante entre el espectro visible (380-770 nm) hace contacto con la retina del ojo. Para la medición de color, se han desarrollado diferentes metodologías y sistemas de medición, en el presente estudio se utilizó el modelo Hunter L a b, donde L es un indicador de luminosidad o de tonos blancos a negros. Un valor bajo de a indica que la matriz posee colores más verdes (-) y un valor alto, colores más rojizos (+); por otro lado, un valor alto de b se relaciona con tonos más amarillos (+), mientras que un valor bajo indica colores azulados (-).

Para los tratamientos evaluados como se puede observar en el Cuadro 20, los parámetros de L a b arrojaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). Un estudio realizado en el desarrollo y evaluación de barritas con alto contenido proteico con incorporación de harina de grillo por Álvarez Miguel (2019), demostró que el color se ve alterado al adicionar este tipo de harina a la formulación, debido a que ésta tiende a ser oscura y amarillenta. Se puede observar que hay una disminución en la luminosidad del tratamiento mejor evaluado (10% harina de grillo) en comparación al control (0% harina de grillo). Por otro lado, los parámetros a y b también disminuyen al momento de realizar la sustitución parcial con harina de grillo, dando como resultado una tendencia a colores verdes y azulados, respectivamente. Esta variabilidad pudo darse por el color de la harina de grillo, ya que

debido a su coloración descrita como marrón medio verdoso (Arana Miranda et al. 2020), esta al ser utilizada en el producto hace que se torne opaco y cambie sus tonalidades. Lo anterior concuerda con el estudio realizado por Pombo Losada (2018) en donde se desarrolló un snack de pan con harina de escarabajo (*Alphitobius diaperinus*) y se reportó que entre más harina se utiliza, más se oscurecía el producto.

Cuadro 20

Resultado de análisis de color del control y del tratamiento mejor evaluado.

Tratamiento	L	A	b
	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
HG	40.03 \pm 0.22 ^C	6.77 \pm 0.11 ^C	16.46 \pm 0.26 ^C
CHM0HG	72.20 \pm 0.04 ^A	7.71 \pm 0.06 ^A	39.68 \pm 0.03 ^A
1HM10HG	56.20 \pm 0.20 ^B	7.32 \pm 0.10 ^B	28.76 \pm 0.43 ^B
C.V. (%)	0.42	0.53	0.18

Nota. ^{A-C}: Medias seguidas de letras distintas entre columnas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). HG: Harina de grillo.

CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. C.V: Coeficiente de variación. D.E: Desviación estándar.

Dureza.

Yi-Xiang Liu et al. (2019), mencionaron que la textura se adjudica a todos los atributos reológicos y estructurales de una matriz alimenticia que se perciben mediante receptores mecánicos, táctiles, visuales o auditivos. Por su parte, Szczesniak Surmacka (2002) menciona que la dureza percibida está estrechamente relacionada con la fuerza física necesaria para penetrar una muestra de alimento. Como se observa en el Cuadro 21, los tratamientos evaluados sí presentaron diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) para el parámetro de dureza, siendo el tratamiento con sustitución de 10% de harina de grillo, el que presentó el valor más alto (14.42 N). Los chips deben de tener valores altos en fuerza de dureza, ya que esto repercute en la crocancia del alimento y al tener valores bajos, no son aceptados por el consumidor final (Lucas et al. 2012).

La sensación de crujencia de un producto es influenciada por diversos factores del alimento, por ejemplo, el bajo contenido de agua en su composición, que es característico de los alimentos horneados (Cordero Bueso 2013). El tratamiento control presentó una fuerza de dureza de 5.95 N, lo

cual concuerda con los encontrados por Lucas et al. (2012), en un estudio de chips de plátano, el cual reportó 5.8 N. Por otro lado, la incorporación de harina de grillo a la formulación ocasionó un aumento en la fuerza de dureza, siendo esta de 14.42 N. La diferencia de textura entre los tratamientos se puede atribuir a la interacción de las proteínas con el almidón, recordando que la harina de grillo contiene un alto porcentaje de proteína. Calzada Luna et al. (2021), mencionan que la conformación estructural dependerá de las interacciones entre las proteínas de un alimento y el grado de desnaturalización ocasionado por procesos térmicos, influenciando la cantidad de enlaces formados, y entre más enlaces, se requiere una mayor fuerza de dureza.

Cuadro 21

Resultado de análisis de dureza del control y del tratamiento mejor evaluado expresado en Newtons.

Tratamiento	Dureza (N) Media \pm D.E.
CHM0HG	5.95 \pm 0.91 ^B
1HM10HG	14.42 \pm 0.83 ^A
C.V. (%)	8.75

Nota. A-B Medias seguidas de letras distintas indican diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). CHM0HG: 55% de harina de maíz + 0% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. 1HM10HG: 45% de harina de maíz + 10% de harina de grillo + 45% de puré de cáscara de zanahoria. N: Newtons. C.V: Coeficiente de variación. D.E: Desviación estándar.

Conclusiones

La formulación con mejor calificación fue la que contenía 10% de harina de grillo, 45% de puré de cáscara de zanahoria y 45% de harina de maíz, sin embargo, no obtuvo una puntuación igual a superior a 6.5 para ser considerada aceptable.

El sabor y el sabor residual son los atributos que influyen en la aceptación general de los snacks.

La adición del 10% de harina de grillo en los snacks incrementa el contenido de proteína y fibra dietética. No afecta el contenido de humedad, y disminuye los valores de L a b, y aumenta la dureza.

La sustitución del 45% de puré de cáscara de zanahoria y 10% de harina de grillo ocasiona un efecto positivo para el contenido de proteína y fibra dietética. Acorde al Reglamento Técnico Centroamericano para etiquetado nutricional (67.01.60:10), este tratamiento se considera dentro de la categoría de alimentos “fortificados” en proteína y fibra.

Recomendaciones

Utilizar proporciones iguales o menores al 5% de harina de grillo, con el fin de mejorar la palatabilidad del snack para que sea más aceptado por los consumidores.

Desarrollar un perfil de aminoácidos con el fin de determinar la calidad de proteína de la harina de grillo y del snack.

Realizar un perfil de ácidos grasos al control de la fase III para poder determinar el aporte de estos por la harina de grillo.

Realizar un análisis de costos para determinar la factibilidad económica del tratamiento mejor evaluado de la fase III.

Referencias

- AINIA. 2015. Fuentes Alternativas de Proteínas, ¿Hacia Dónde se está Orientando la Innovación en Alimentación? España: [sin editorial]; [consultado 8 de junio de 2021]. <https://www.ainia.es/tecnoolimentalia/consumidor/fuentes-alternativas-de-proteinas-hacia-donde-se-esta-orientando-la-innovacion-en-alimentacion/>.
- Allauca Asqui Rosa Angela. 2019. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales, a Base de Cáscara de Zanahoria (*Daucus carota*), Remolacha (*Beta vulgaris*) y Mora (*Rubus glaucus*) Para Una Bebida Mediante Liofilización. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; [consultado 12 de mayo de 2021]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5938/1/UNACH-EC-ING-AGRO-IND-2019-0011.pdf>.
- Almeida Alvarado Sonia Lorena, Aguilar López Tania, Hervert Hernández Deisy. 2014. La Fibra y Sus Beneficios a La Salud. *An Venez Nutr*; [consultado 12 de mayo de 2021]. 27(1):73–76. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100011.
- Álvarez Javier. 2018. Perspectivas y Tendencias del Consumo de Alimentos en Latinoamérica: Congreso Latinoamericano de Cadena de Frío; Perú; [consultado 8 de junio de 2021]. <https://www.gcca.org/sites/default/files/2%20Perspectiva%20y%20Tendencias%20del%20Consumo%20de%20Alimentos%20en%20Latin%20aom%C3%A9rica.pdf>.
- Álvarez Miguel Alberto. 2019. Desarrollo y Evaluación de Barritas Con Alto Contenido Proteico Con Incorporación de Harina de Grillo. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; [consultado 26 de mayo de 2021]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114966/%c3%81lvarez%20-%20Desarrollo%20y%20evaluaci%c3%b3n%20de%20barritas%20con%20alto%20contenido%20p roteico%20con%20incorporaci%c3%b3n%20de%20ha...pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Arana Miranda R, Benavides Ward A, Jiménez Takamura RA, Vásquez Mori WR, Vital Rodríguez PC. 2020. Harina de Grillo - Crickie. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; [consultado 7 de marzo de 2021]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652768/Arana_MR.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
- Arenas Jal M, Suñé Negre JM, Pérez Lozano P, García Montoya E. 2020. Trends in the Food and Sports Nutrition Industry: A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr*; [consultado 8 de junio de 2021]. 60(14):2405–2421. eng. doi:10.1080/10408398.2019.1643287.
- Avendaño Constanza, Sánchez Manuel, Valenzuela Carolina. 2020. Insectos: Son Realmente Una Alternativa Para la Alimentación de Animales y Humanos. *Rev. chil. nutr*; [consultado 11 de mayo de 2021]. 47(6):1029–1037. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v47n6/0717-7518-rchnut-47-06-1029.pdf>. doi:10.4067/S0717-75182020000601029.

- Barrios Simón KB. 2017. Desarrollo de un Prototipo de Tortilla Funcional de Maíz (*Zea mays*) y Harina de Grillo (*Acheta domestica*), Como Fuente de Proteína para Dieta Humana. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado 4 de octubre de 2020]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6205/1/AGI-2017-007.pdf>.
- Belgian Federal Agency for the Safety of the Food Chain. 2018. List of Regulatory Criteria and Action Limits for Microbial Contaminants in Insects and Insect-based Products. Bélgica: Belgian Federal Agency for the Safety of the Food Chain ; [consultado 27 de febrero de 2021].
- Blanco Miranda Dayana A, Giraldo Carrillo Daniel F. 2016. Desarrollo de una Barra Tipo Granola a Base de Harina de Grillo *Acheta domestica* Como Principal Fuente Proteica. Bogotá, Colombia: Universidad de La Salle; [consultado 11 de mayo de 2021]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1064&context=ing_alimentos.
- Burba JL, Cavagnaro P. 2018. Sabor, Flavor, Gusto, Resabio, Retrogusto, Regusto y Pos-Gusto en el Ajo. Parecidos Pero no Iguales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, editor. Argentina: Estación Experimental Agropecuaria INTA La Consulta.
- Cajamarca Johanna, Inga Johanna. 2012. Determinación de Macronutrientes de los Snacks más Consumidos por Adolescentes Escolarizados de la Ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; [consultado 20 de mayo de 2021]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2467/1/tq1110.pdf>.
- Calzada Luna G, Gonzalez F. San Martin, Mauer LJ, Liceaga AM. 2021. Cricket (*Acheta domestica*) Protein Hydrolysates' Impact on the Physicochemical, Structural and Sensory Properties of Tortillas and Tortilla Chips. *Journal of Insects as Food and Feed*; [consultado 29 de mayo de 2021]. 7(1):109–120. doi:10.3920/JIFF2020.0010.
- Canadian Food Inspection Agency. 2018. Bacterial Pathogens in Edible Insects: Food Microbiology – Targeted Surveys [Final Report]. Canadá: Canadian Food Inspection Agency ; [consultado 27 de febrero de 2021].
- Cañoles Paredes Jhonatan Arnolfo. 2015. Desarrollo de un Método Quimiométrico para la Detección de Adulteración en Aceite de Oliva y Mantequilla a Través de Perfil de Ácidos Grasos. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile; [consultado 29 de mayo de 2021]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fac235d/doc/fac235d.pdf>.
- Cáseres Paredes. 2012. Proyecto Final de Investigación. Perú: Universidad Nacional del Callao; [consultado 26 de mayo de 2021]. https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_CACERES_PAREDES_FIPA/Informe_final_Investigacion_Proyecto_2011.pdf.
- Castillo Gironés S. 2020. Snack de Granos de Maíz Dulce: Del Desarrollo a la Producción. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; [consultado 7 de junio de 2021]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151186/Castillo%20->

%20Snack%20de%20granos%20de%20ma%3%adz%20dulce%3a%20del%20desarrollo%20a%20l
a%20producci%3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Ccahua Tumpay Verónica. 2015. Fortificación de Fideos con Polvo de Zanahoria. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; [consultado 7 de marzo de 2021]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/177/253T20150080.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Centro de Estudios para el Desarrollo Federal. 2018. La Huella Ambiental y la Proteína Animal. Argentina: [sin editorial]; [consultado 8 de junio de 2021]. <https://cedef.org.ar/2018/08/15/la-huella-ambiental-y-la-proteina-animal/>.

Cordero Bueso Gustavo. 2013. Aplicación del Análisis Sensorial de los Alimentos en la Cocina y en la Industria Alimentaria. Cádiz, España: Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (Gustavo Cordero-Bueso, Ed). es.

Cruz Leiva Mario Francisco, García Bolaños Carlos Mauricio, García Rivera Ricardo Antonio. 2016. Desarrollo y Formulación de un Snack Nutritivo Libre de Gluten. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado 7 de marzo de 2021]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9583/1/Desarrollo%20y%20formulaci%C3%B3n%20de%20un%20snack%20nutritivo%20libre%20de%20gluten.pdf>.

Domínguez Zarate PA, García Martínez I, Güemes Vera N, Totosaus A. 2019. Textura, Color y Aceptación Sensorial de Tortillas y Pan Producidos con Harina de Ramón (*Brosimum alicastrum*) para Incrementar la Fibra Dietética Total. CTA; [consultado 7 de junio de 2021]. 20(3). doi:10.21930/rcta.vol20_num3_art:1590.

Fernández Argel María Melissa, Pérez Álvarez Jesús David. 2016. Aplicación de Osmodeshidratación y Freído en Chips de Berenjena (*Solanum melongena* L.). Colombia: Universidad de Córdoba; [consultado 7 de marzo de 2021]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1040/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MAR%3%8dA%20MELISSA%20FERNANDEZ%20Y%20JESUS%20DVID%20PEREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2019. Maíz Nacional. España: [sin editorial]; [consultado 7 de junio de 2021]. <http://www.fundacionfedna.org/node/370>.

García Palacios Ana Belén. 2018. Análisis Multi-Sensorial: Integración de los Sentidos y la Percepción del Gusto. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; [consultado 7 de marzo de 2021]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7892/1/141095.pdf>.

Gutiérrez Tolentino R, Ramírez Vega L, Vega y León S, Fontecha J, Miguel Rodríguez L, Escobar Medina A. 2014. Contenido de Ácidos Grasos en Semillas de Chía (*Salvia hispanica* L.) Cultivadas en Cuatro Estados de México. Revista Cubana de Plantas Medicinales; [consultado 27 de septiembre de 2020]. 19(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962014000300008.

- Harris GK, Marshall MR. 2017. Ash Analysis. En: Nielsen SS, editor. Food Analysis. Cham: Springer International Publishing. p. 287–297 (Food Science Text Series).
- Hess JM, Jonnalagadda SS, Slavin JL. 2016. What Is a Snack, Why Do We Snack, and How Can We Choose Better Snacks? A Review of the Definitions of Snacking, Motivations to Snack, Contributions to Dietary Intake, and Recommendations for Improvement. *Adv Nutr*; [consultado 7 de junio de 2021]. 7(3):466–475. eng. doi:10.3945/an.115.009571.
- Hess JM., Slavin JL. 2018. The Benefits of Defining "Snacks". *Physiol Behav*; [consultado 7 de junio de 2021]. 193(Pt B):284–287. eng. doi:10.1016/j.physbeh.2018.04.019.
- Hiranvarachat Bhudsawan, Devahastin Sakamon. 2014. Enhancement of Microwave-Assisted Extraction Via Intermittent Radiation: Extraction of Carotenoids from Carrot Peels. *Journal of Food Engineering*; [consultado 7 de junio de 2021]. 126:17–26. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.10.024.
- Hoyos Serrano Maddelaine. 2014. Lípidos: Características Principales y su Metabolismo. *Revista de Actualización Clínica*; [consultado 12 de mayo de 2021]. 41:2142–2145. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56573121/v41_a04-with-cover-page.pdf?Expires=1620806871&Signature=cxcXe2WXDFuxe37aDYsNNBhRecV0dv3cTxbZ7KcTweX8vbUBZxGy~GKM0yBjuwIIRusslqdJvcfIUzxEX90ICgFK0M83cgm4r-aWxW-SvqCxCkUiDBPdBIWVBLgb0wE1B0XPgLIgP5xNBX6X7O8odetl-3egXxDFY0wsn0izG32QuYHmaFBO2gyEVdbGlxcKmcFVEIPI1TnDxlgtRuibxY6s3rkVTrYg3JCOrlwLMZfywEcB-3clsGgnp1HyeM4JLcrOc4NDmcQN2B7T-IcXrPOBgRQCdEofV96VtEym2A3KiEgr5CAGJPNGEDcp3kLdMgp3e5cG2FptrP-u688pPg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.
- Idrogo Medina A. 2018. *Biomoléculas Orgánicas: Proteínas*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo; [consultado 11 de mayo de 2021]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16030/IDROGO%20MEDINA%20ALFONSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2013. Estudio de las Cadenas de Valor Maíz Blanco y Frijol en Centroamérica [Red SICTA]. [sin lugar]: [sin editorial] ; [consultado 7 de junio de 2021]. <http://repiica.iica.int/docs/b3540e/b3540e.pdf>.
- Lopez Restrepo Santiago, Castellanos Galeano Francisco J, Fleyton Triana Daniel F. 2016. Efecto de la presión sobre los parámetros de calidad (Color-Textura) de chips de plátano verde durante la fritura por inmersión. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía; [consultado 6 de marzo de 2021]. <https://search.proquest.com/docview/1783661125?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>.
- Lucas González Raquel, Fernández López Juana, Pérez Álvarez José A., Viuda Martos Manuel. 2019. Effect of drying processes in the chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from house cricket (*Acheta domestica*). *Eur Food Res Technol*; [consultado 7 de marzo de 2021]. 245(7):1451–1458. doi:10.1007/s00217-019-03301-4.

- Lucas Juan Carlos, Quintero Víctor Dumar, Vasco Leal José Fernando, Mosquera José. 2012. Evaluación de los Parámetros de Calidad de Chips en Relación con Diferentes Variedades de Plátano (*Musa paradisiaca* L.). Revista Lasallista de Investigación; [consultado 29 de mayo de 2021]. 9(2):65–74. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69525875009.pdf>.
- Luna Guevara ML, Delgado Alvarado A. 2014. Importancia, Contribución y Estabilidad de Antioxidantes en Frutos y Productos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Puebla, México: Universidad Autónoma de Puebla; [consultado 6 de marzo de 2021]. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83729789006.pdf>.
- Martínez Frías Juan Carlos. 2012. Propagación y técnicas de cultivo del Chile verde (*Capsicum frutescens*). Revista Vinculando; [consultado 7 de marzo de 2021]. <https://vinculando.org/mercado/agroindustria/propagacion-y-tecnicas-de-cultivo-del-chile-verde-capsicum-frutescens.html>.
- Medina Milian RM. 2020. Prototipo Agroindustrial de Harina de Grillo *Acheta domestica* (Orthoptera: Gryllidae) Para Consumo Humano. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado 21 de mayo de 2021]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/21254/1/13101718.pdf>.
- Mena Zambrano Gabriela Massari. 2016. Análisis de Tres Índices de Madurez del Fruto de Pan *Artocarpus altilis* Para el Aprovechamiento de sus Semillas en la Elaboración de un Snack. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte; [consultado 7 de marzo de 2021]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5876/1/03%20EIA%20415%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.
- Méndez Delgado Camila Andrea. 2020. Retención de Carotenoides en Híbridos Experimentales de Maíz Biofortificado Durante la Elaboración de Tortillas Chips. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana; [consultado 7 de marzo de 2021]. https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/49789/Trabajo%20de%20Grado_Camila%20A.%20M%c3%a9ndezD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Nathakaranakule Adisak, Paengkanya Suwit, Soponronnarit Somchart. 2019. Durian Chips Drying Using Combined Microwave Techniques with Step-Down Microwave Power Input. Food and Bioproducts Processing; [consultado 10 de junio de 2021]. 116:105–117. doi:10.1016/j.fbp.2019.04.010.
- Ñamo Erazo VM, Quille Muguicha LL. 2015. Proyecto de Inversión para la Creación de una Microempresa de Snacks Derivados del Maíz y el Haba en la Ciudad de Guaranda, Provincia Bolívar, Período 2012-2013. Guaranda, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar; [consultado 7 de junio de 2021]. <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1787/1/TESIS.pdf>.
- Ortiz Vargas Ana Corina, Mamani Sullca María Luisa. 2015. Obtención del Beta-Caroteno a Partir de la Zanahoria y su Aplicación en la Industria Alimenticia. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; [consultado 7 de marzo de 2021]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9307>.

- Pambo Kennedy O., Okello Julius J., Mbeche Robert M., Kinyuru John N., Alemu Mohammed H. 2018. The Role of Product Information on Consumer Sensory Evaluation, Expectations, Experiences and Emotions of Cricket-Flour-Containing Buns. *Food Res Int*; [consultado 7 de marzo de 2021]. 106:532–541. eng. doi:10.1016/j.foodres.2018.01.011.
- Pere Papasseit i Totosaus. 2018. El Desperdicio Alimentario y la Poscosecha: Curso Poscosecha de la Universidad Politécnica de Valencia y el Aula de Horticultura. Valencia, España: [sin editorial]; [consultado 7 de junio de 2021]. <https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/desperdicio-alimentario-y-la-poscos>.
- Pérez Horcajo Iván. 2018. Caracterización de la Harina de Grillo Común (*Archeta domestica*) y el Estudio de las Propiedades Nutricionales, Físicoquímicas y Sensoriales al Introducirla en una Crema de Cacao Saludable. Orihuela, España: Universidad Miguel Hernández de Escuela Politécnica Superior de Orihuela; [consultado 7 de marzo de 2021]. <http://193.147.134.18/bitstream/11000/5339/1/TFG%20P%C3%A9rez%20Horcajo%2C%20Iv%C3%A1n.pdf>.
- Pombo Losada Ana. 2018. Desarrollo de un Snack de Pan Incorporando Harina de *Alphitobius diaperinus*. Navarra, España: Universidad Pública de Navarra; [consultado 7 de marzo de 2021]. https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/30612/TFG_Ana%20Pombo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Portillo Rivera EO. 2017. Estimación Piloto de los Costos en la Producción y Proceso de Harina de Grillo (*Acheta domestica*), Como Fuente de Proteína Para Dieta Humana, en la Finca Santa Marta, Morazán, El Salvador. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado 21 de mayo de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6159/1/AGN-2017-024.pdf>.
- Prudencio Prudencio Wendy Anabel. 2018. Apariencia Externa y Aceptabilidad de Muffins Blood por Parte de Escolares del Nivel Primario, Institución Educativa, Salazar Bondy, Comas, 2018. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16548/Prudencio_PWA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Quesada D GG. 2019. ¿Proteínas De Origen Vegetal o De Origen Animal?: Una Mirada a Su Impacto Sobre La Salud y El Medio Ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*. 2(1). <https://cpncampus.com/biblioteca/files/original/3d406a1c20e84eb717995c0eced2df81.pdf>.
- Quintero Johan Nicolás. 2014. Lípidos: Características Principales y sus Metabolismo. *Revista de Actualización Clínica*; [consultado 28 de mayo de 2021]. 41:2142–2145. <https://cutt.ly/PQBQmCG>
- Raice RT, Chiau E, Sjolholm I, Bergenstahl B. 2015. The Loss of Aroma Components of the Fruit of *Vangueria infausta* L. (African Medlar) After Convective Drying. *Drying Technology*. 33(8):887–895. doi:10.1080/07373937.2014.995804.
- Reglamento Técnico Centroamericano. 2018. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para La Inocuidad De Los Alimentos; [consultado el 27 de sep. de 2020]. <https://arsa.gob.hn/descargas/402-2018.pdf>.

- Reglamento Técnico Centroamericano. Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasador Para Consumo Humano Para la Población a Partir de 3 Años de Edad. RTCA 67.01.60:10.
- Richmond F, Méndez CH, Umaña G. 2011. Cambio en las Características de Calidad de 12 Híbridos Comerciales de Zanahoria Durante el Almacenamiento. *Agronomía Costarricense*; [consultado 7 de junio de 2021]. 35(1):163–174. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v35n1/a09v35n1.pdf>.
- Rodríguez Corea H, Zepeda S, Martínez JL, Valladares L, Pineda M, Aronne E. 2018. Situación del Empleo en Honduras: Lineamientos para la Formulación de una Estrategia Nacional de Generación de Empleo. Tegucigalpa, Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras; [consultado 7 de junio de 2021]. <https://iies.unah.edu.hn/assets/Uploads/Situacion-del-Empleo-en-Honduras.pdf>.
- Rosamel Chantal. 2019. Las zanahorias: Cultivo, Cuidado y Consejos Prácticos. [sin lugar]: Editorial de Vecchi. 1 online resource. ISBN: 9781644616345. es; [consultado 6 de junio de 2021].
- Rumpold BA, Schlüter OK. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res*; [consultado 14 de mayo de 2021]. 57(5):802–823. eng. doi:10.1002/mnfr.201200735.
- Sánchez Egüez MI, Carrasco Carpio JE. 2012. Diseño de Yogurt Probiótico con Zanahoria, Edulcorado con Stevia. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay; [consultado 7 de junio de 2021]. <http://201.159.222.99/bitstream/datos/1396/1/09581.PDF>.
- Santagapita Patricio R. 2016. Aprovechamiento de Subproductos y Valorización de Recursos Autóctonos: Interrelación Investigación-Producción-Desarrollo y Sociedad. 1ª ed. Argentina: [sin editorial] ; [consultado 7 de junio de 2021]. <http://www.cytod.org/es/biblioteca/aprovechamiento-de-subproductos-y-valorizacion-de-recursos-autoctonos-interrelacion>.
- Szczesniak Alina Surmacka. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*; [consultado 29 de mayo de 2021]. 13(4):215–225. doi:10.1016/S0950-3293(01)00039-8.
- Vera Cedeño Henry A. 2020. Caracterización de la Composición Nutricional de la Harina del Grillo Común (*Gryllus assimilis*). Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador; [consultado 11 de mayo de 2021]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21797/1/T-UCE-0008-CQU-236.pdf>.
- Wrolstad RE, Smith DE. 2017. Color Analysis. En: Nielsen SS, editor. *Food Analysis*. Cham: Springer International Publishing. p. 545–555 (Food Science Text Series).
- Yi-Xiang Liu, Min-Jie Cao, Liu G-M. 2019. Texture analyzers for food quality evaluation. En: *Evaluation Technologies for Food Quality*. [sin lugar]: Elsevier. p. 441–463 ; [consultado 29 de mayo de 2021].