

**Desarrollo de un snack a base de harinas de
frijol biofortificado Honduras Nutritivo
(*Phaseolus vulgaris*) y maíz nixtamalizado
(*Zea mays*)**

Sara Adriana Salinas Laura

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Desarrollo de un snack a base de harinas de
frijol biofortificado Honduras Nutritivo
(*Phaseolus vulgaris*) y maíz nixtamalizado
(*Zea mays*)**

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

Presentado por

Sara Adriana Salinas Laura

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Desarrollo de un snack a base de harinas de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (Phaseolus vulgaris) y maíz nixtamalizado (Zea mays)

Sara Adriana Salinas Laura

Resumen. Los snacks son aperitivos que son consumidos a cualquier hora del día, generalmente hechos a base de calorías vacías y sin algún aporte nutricional. El objetivo de este estudio fue desarrollar un snack nutricional horneado tipo “nacho” a base de harinas de frijol biofortificado y maíz nixtamalizado dirigido a personas de 18 a 30 años de edad; utilizando un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos; 50:50, 60:40, 80:20 harina de frijol (Hf) y harina de maíz (Hm) respectivamente y un control de harina de maíz al 100%, con tres repeticiones. Se evaluaron las características físico-químicas de color, textura, actividad de agua (Aw), proteínas, cenizas, y hierro. Se realizó un análisis sensorial de aceptación y análisis de preferencia. Para el primero se evaluó la apariencia, color, olor, textura, dureza, sabor y aceptación general. Al incrementar la harina de frijol de 0 a 80% producen colores más oscuros de 25.87%, una reducción de dureza del 28.45% y un incremento en la Aw del 22.58%. El tratamiento Hf80:Hm20 fue el que tuvo un mayor aporte a la recomendación diaria (RDA) y a la composición en cuanto a proteína, cenizas y hierro con valores de 16.21 g/100g, 4.00 g/100g y 6.16 g/100 g respectivamente. Las calificaciones sensoriales de acuerdo a la escala hedónica para los tratamientos fueron cercanas a “me gusta poco”, siendo el tratamiento control (100% HMN) el preferido. Se recomienda realizar un análisis de fibra de los tratamientos para conocer cuánto afecta a la digestibilidad tanto de proteína como hierro en este producto.

Palabras clave: Aperitivo, hierro, nacho, nutricional, proteína.

Abstract. Snacks are consumed at any time of the day, usually made of empty calories and without any nutritional contribution. The objective of this study was to develop a baked nutritional snack "nacho" based on biofortified bean flour and nixtamalized corn, aimed for people from 18 to 30 years old; using a Completely Randomized Design with four treatments; 50:50, 60:40, 80:20 bean meal (Hf) and corn flour (Hm) respectively and a control of 100% maize flour, with three replicates. The physical-chemical characteristics of color, texture, water activity (Aw), protein, ash, and iron were evaluated. A sensory analysis of acceptance, and one of preference were performed. For the first one, the appearance, color, smell, texture, hardness, flavor and general acceptance were evaluated. By increasing bean flour from 0 to 80% they produce darker colors of 25.87%, a reduction of hardness of 28.45% and an increase of Aw of 22.58%. The Hf80: Hm20 treatment had the greatest contribution to daily recommendation (RDA) and to the composition in terms of protein, ash and iron with values of 16.21 g / 100 g, 4.00 g / 100 g and 6.16 g / 100 g respectively. The sensorial rating according to the hedonic scale for treatments were close to "I like a little", being the control treatment (100% HMN) most preferred. It is recommended to perform a fiber analysis of the treatments to know how much affects the digestibility of both protein and iron in this product.

Key words: Appetitive, iron, nacho, nutritional, protein.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4. CONCLUSIONES	21
5. RECOMENDACIONES	22
6. LITERATURA CITADA	23
7. ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos de snacks a base de harina de frijol biofortificado con harina de maíz nixtamalizado.	8
2. Formulación de snack a base de harina de frijol biofortificado y harina de maíz nixtamalizado.	10
3. Resultados del color evaluado en los snacks.	11
4. Resultados de la dureza evaluadas en los snacks tipo “nacho”.	12
5. Resultados de la actividad de agua evaluada en los tratamientos.	13
6. Porcentaje de proteína, cenizas y hierro del snack.	14
7. Aporte del snack a la Recomendación Diaria de proteína.	15
8. Aporte del snack a la Recomendación Diaria de hierro para hombres.	15
9. Aporte del snack a la Recomendación Diaria de hierro para mujeres.	16
10. Resultados del análisis sensorial de los snacks.	19
11. Correlación entre la aceptación general y atributos del snack	20
12. Resultados del análisis sensorial por preferencia	20

Figura	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de un snack a base de harina de frijol y de maíz	6

Anexos	Página
1. Flujo de proceso de la elaboración de una tortilla	28
2. Correlación de análisis sensorial de aceptación.	29
3. Correlación entre contenido de cenizas-hierro.	29
4. Formato utilizado para evaluación sensorial	30

1. INTRODUCCIÓN

Los patrones de alimentación están cambiando y cada vez son más las personas que llevan un estilo de vida acelerado y comen productos listos para consumir, los cuales no son saludables ni nutritivos (OPS OMS 2015). Una categoría de estos productos son los snacks, los cuales son considerados frecuentemente como alimentos con calorías vacías y están siendo la fuente principal de energía en la población de todas las edades, lo que brinda una oportunidad a la industria de alimentos para ofrecer mejores opciones que aporten nutrientes deficitarios en la dieta de la población (Escobar 2012).

La carencia de hierro o ferropenia (anemia) es una deficiencia nutricional a nivel global. Esta carencia además de afectar la salud de un gran número de niños y mujeres de países en desarrollo, también es prevalente en los países industrializados. La cantidad de personas que padecen de anemia por carencia de hierro son más de 2000 millones de personas, es decir, el 30% de la población mundial y el principal grupo afectado son los niños menores de cinco años de edad (OMS 2016).

El hierro es uno de los principales componentes de los glóbulos rojos en la sangre y es esencial para transportar el oxígeno a las células y para el funcionamiento de todas las células del cuerpo. Una deficiencia de este podría ocasionar anemia, cansancio, trastornos en el crecimiento y disminuir la capacidad de defensa del organismo ante otras enfermedades. Según la FAO en hombres y mujeres de 18 a 30 años de edad la recomendación diaria es de 8 mg/día y 18 mg/día respectivamente al género de la persona (FAO s.f). En este rango de edad se encuentra el 40% del total de personas afectadas con la deficiencia de este micronutriente (OMS 2005).

La biofortificación de cultivos es una estrategia para disminuir la deficiencia por micronutrientes, en la que se aplican técnicas de fitomejoramiento, logrando aumentar el nivel de éstos en los cultivos. Los tubérculos y granos como el camote, trigo, arroz, yuca, maíz y el frijol han sido candidatos prioritarios para la biofortificación con vitamina A, hierro y zinc para desarrollar variedades que combinen los mejores componentes nutricionales en cada cultivo; debido a que estos son los cultivos básicos que alimentan al grueso de la población mundial y también son fuente de alimentos tanto por su consumo directo o bien por su uso como materia prima en la fabricación de alimentos procesados (Nestel *et al.* 2006).

En Honduras se realizan proyectos de mejoramiento genético bajo la coordinación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano como parte del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) desarrolló la variedad de frijol biofortificado de grano rojo “Honduras Nutritivo” el cual se

caracteriza por su valor nutricional con un alto contenido de hierro y zinc, en mayor porcentaje al que presentan las variedades tradicionales y mejoradas, el contenido de hierro en el grano es 40% mayor en la variedad Honduras Nutritivo, en relación a variedades tradicionales (SAG 2016).

La industria de alimentos busca incorporar nuevos ingredientes que den un mayor aporte nutricional como ser la harina de legumbres y maíz nixtamalizado. Esta última es obtenida por el proceso de nixtamalización, el cual consiste en cocer el maíz con cal lo que provoca que la estructura que une las células del endospermo, llamada lamina media se degrade y solubilice, sin afectar la calidad de la proteína y que la fibra dietaria insoluble se reduzca, y cambie a soluble para ejercer funciones fisiológicas asociadas a la salud (Paredes *et al.* 2009). La harina de legumbres, es rica en carbohidratos complejos, micronutrientes, alto contenido de minerales (fósforo, hierro, calcio, magnesio, zinc y potasio), y vitaminas (Rodríguez-Miranda *et al.* 2014). La semilla de frijol es una legumbre alta en proteínas que contiene el doble que las del trigo y el triple que las del arroz (FAO 2016). Las proteínas son constituyentes fundamentales del cuerpo y participan en los procesos vitales, componen las principales estructuras de las células y tejidos del cuerpo. Los músculos y órganos también están formados en gran medida por proteínas, ya que éstas son importantes para el crecimiento y funcionamiento celular (FAO s.f). De acuerdo con la FAO, el consumo diario de proteína debe ser 0.8 g/kg de peso para todas las poblaciones.

Debido a que el mercado de los snacks es altamente competitivo, es necesario innovar para poder responder a las exigencias del consumidor por productos nutritivos, lo que nos lleva a explorar el uso de materias primas diferentes como el uso de frijol biofortificado.

En la presente investigación se planteó desarrollar un snack con un mayor aporte de hierro y proteína para ayudar a cumplir las necesidades nutricionales para personas de 18 a 30 años, incorporando materias primas innovadoras como la harina de frijol biofortificado en hierro y maíz nixtamalizado.

Para el desarrollo de este estudio se establecieron los siguientes objetivos:

- Evaluar las características físicas y químicas del snack tipo “nacho” desarrollado con harina de maíz nixtamalizado y harina de frijol biofortificado.
- Determinar el aporte de hierro y proteína en el snack de acuerdo a las recomendaciones diarias para hombres y mujeres de 18 a 30 años de edad.
- Conocer la aceptación del consumidor del producto desarrollado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio.

La elaboración de los tratamientos se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), los análisis físicos-químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ), y los análisis sensoriales en el Laboratorio de Evaluación Sensorial. Todas las instalaciones están ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, 30 km al Este de Tegucigalpa, carretera a Danlí, Honduras, C.A.

Materiales.

La materia prima utilizada fue frijol rojo variedad Honduras Nutritivo, provisto por el Proyecto de Investigación de Frijol (PIF) en Zamorano liderado por el Dr. Juan Carlos Rosas; harina de maíz nixtamalizado (Marca MASECA®), sal refinada (REFISAL) y agua purificada.

Equipos.

Estufa industrial

Deshidratador Excalibur modelo 9-tray

Mezcladora (Marca Kitchen Aid) modelo KPFD 200

Balanza Ranger 3000 R31P30,

Tortillera común

Procesador de alimentos HOBART modelo FP41

Balanza Analítica. (Mettler AE 200)

Horno (Bread Baking Center Voltaje 240)

Colorímetro (Colorflex®, modelo 45/0 Hunter Lab Reston, VA, United States of América).

Medidor de textura Brookfield CT3.

AQUA LAB® modelo 3 TE.

Elaboración de harina de frijol.

Se elaboró la harina en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) siguiendo los lineamientos establecidos por Arias (2012). Los frijoles fueron lavados tres veces con agua hervida para asegurar su limpieza, y se remojaron en agua por 12 h. Posteriormente se hizo un cambio de agua a los frijoles para cocinarlos por 2.5 h a 80 °C. Una vez que los frijoles estuvieron cocidos, es decir que cuando a mínima presión estos se deformaban, se procedió a molerlos en el procesador de alimentos hasta obtener una pasta homogénea. Seguidamente

la pasta fue deshidratada por 8 h a 73 °C en un deshidratador Excalibur de nueve bandejas, luego de la deshidratación el frijol se dejó enfriar a temperatura ambiente por 1 h, y el producto deshidratado pasó a ser molido en el molino kitchen aid para obtener la harina. La harina pasó por un tamiz standard N° 20 de 850 µm con la que se procedió a trabajar.

Análisis microbiológicos para la harina de frijol.

Se realizaron análisis microbiológicos a la harina de frijol para asegurar la inocuidad de la materia prima en la elaboración del producto. Se evaluó la presencia de hongos y levaduras, bacterias mesófilas aerobias, coliformes fecales y totales, y la prueba para determinar la presencia o ausencia de *Salmonella* spp. (RTCA 2009). Para los análisis de hongos y levaduras, mesófilos aerobios y coliformes fecales y totales, se depositó 10 g de la harina dentro de una bolsa estéril, con 90 mL de buffer de fosfato y se homogenizó en el stomacher por un minuto, volviéndose la dilución 10^{-1} .

Hongos y levaduras. Se realizaron diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-3} , sembrando cada dilución por el método de vaciado en placa con Agar Papa Dextrosa (APD), utilizando 1 mL de dilución con 15 mL de APD, acidificado con ácido tartárico a pH de 3.5, atemperado a 45 °C, los platos Petri se incubaron a 25 °C durante cinco días, los datos obtenidos se reportaron en Log₁₀ UFC/g harina.

Mesófilos aerobios. Se realizaron diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-3} , sembrando cada dilución por el método de vaciado en placa con Agar Cuenta Estandar (ACE), utilizando 1 mL de dilución con 15 mL de ACE, atemperado a 45 °C en baño maría, luego se incubó a 35 °C durante 48 horas (Thermo Scientific, 6856). Los resultados se reportaron en Log₁₀ UFC/g harina.

Coliformes totales y fecales. Se utilizó el método de Número Más Probable (NMP), para el cual se realizaron diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-3} de los cuales se tomó 1 mL de la dilución 10^{-1} con una pipeta estéril y se transfirió a una serie de tres tubos de Caldo Lactosado (CL), sólo se agitó el tubo de dilución ya que los demás tubos contenían una campana de fermentación. Se repitió el mismo procedimiento en las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} . Se incubaron los tubos a 35 °C por 48 h. Los resultados se reportaron de acuerdo al número de tubos que presentaron producción de gas y efervescencia, en Log NMP/g.

***Salmonella* spp.** Se depositó 25 g de la muestra dentro de una bolsa estéril, con 225 mL de caldo lactosado y se homogenizó en el stomacher por un minuto. El análisis consiste en dos enriquecimientos, primero se dejó incubando la muestra a 35 °C por 24 h. Para el segundo enriquecimiento se utilizó 1 mL de la muestra tanto para Rappaport-Vassiliadis (RV) como tetrathionate (TT) y se dejó incubando a 35 °C por 24 h. Después de este tiempo con un asa estéril se estrió una gota biconvexa por cada uno de los tubos de ensayo en tres medios por el método de rayado en placa en Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD), Agar Hektoen entérico y Agar de Sulfito de Bismuto, se dejó incubando durante 24 horas a 35 °C, para tener colonias aisladas. Con un asa estéril se tomó una colonia aislada y se procedió a realizar la prueba bioquímica en tres medios, dos agares inclinados Agar Triple Azúcar y

hierro (TSI), Agar Lisina Hierro (LIA) y Caldo Urea, para posteriormente incubarlos a 35 °C por 24 h. Los resultados se reportaron como presencia o ausencia.

Pruebas preliminares.

Para la selección de la fórmula a utilizar en la elaboración del snack se tomó como base la receta de las tortillas de maíz (Amador 2009). Utilizando esta como formulación de referencia, se sustituyó los ingredientes por los utilizados para el estudio. Se realizaron pruebas preliminares para determinar el tiempo y temperatura de horneado. Los tiempos y temperaturas evaluados fueron de 180 y 210 °C por 7 y 5 min respectivamente. También se probó la forma en la que se adicionaría el frijol (con testa o sin testa) para lograr la textura, sabor, color y apariencia adecuada de los snacks tipo “nacho”. Como panelistas se tomaron en cuenta a los estudiantes que se encontraron en el módulo de laboratorio de procesamiento de granos (primer año).

Descripción del proceso para la elaboración del snack tipo “nacho” a base de harina de frijol y maíz.

Se utilizó como base el flujo de proceso de una tortilla de maíz realizada por Amador (2009) detallado en la figura 1. Los ingredientes fueron pesados y mezclados (harina de frijol, harina de maíz nixtamalizado y sal). La cantidad de agua agregada de 30 mL fue establecida hasta llegar a una consistencia deseada, firme sin ser pegajosa a los dedos, con el fin de moldear la masa. Seguidamente se pesaron bolitas de 50 g, para moldearlos en la tortillera y obtener una tortilla de aproximadamente 12 cm de diámetro, con un grosor de 1.8 mm, para luego cortarlo en triángulos. Los triángulos se colocaron en una bandeja previamente engrasada, y se hornearon a 121 °C por 8 min por cara en un horno voltaje 240 Bread Baking Center. Se dejó enfriando a temperatura ambiente por 15 min para finalmente empacarlo en bolsas de polietileno de baja densidad. Cada snack tuvo las dimensiones de 4 × 5 cm (base × altura), y un peso aproximado de 1.7 g.

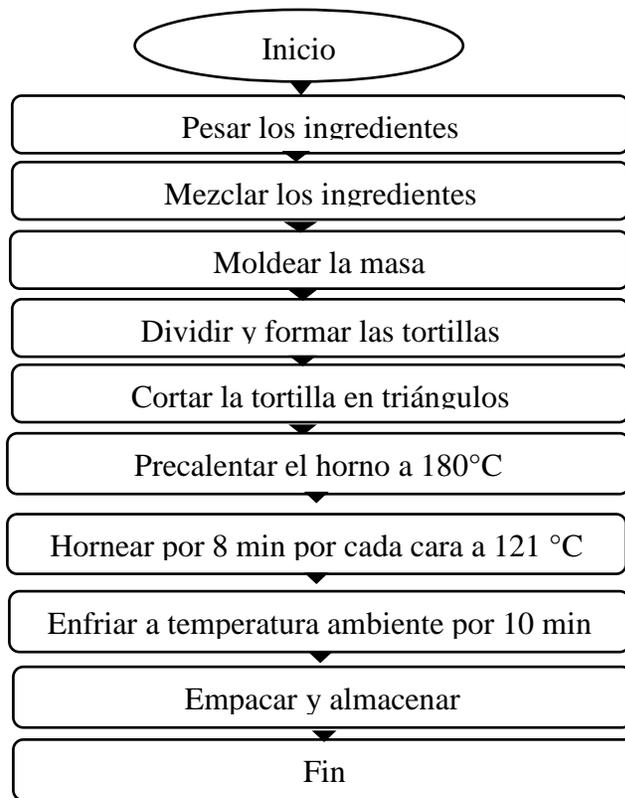


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de un snack a base de harina de frijol y de maíz.

Análisis físicos.

Análisis de color. Se utilizó el Colorflex HunterLab®, Los resultados se presentaron en modelo L*, a* y b* donde el eje L* mide la claridad y brillo de negro (0) a blanco (100). El eje a* mide el espectro de luz visible comprendido desde el color verde (-60) al rojo (+60). El eje b* mide el espectro comprendido del azul (-60) al amarillo (+60). Se realizaron tres mediciones para cada tratamiento, utilizando como muestra tres porciones del snack por tratamiento.

Análisis de textura. Se utilizó el texturómetro Brookfield CT3 para evaluar la dureza del snack. El Test utilizado fue análisis de perfil de textura del alimento (APT), con una velocidad de gancho de 1 mm/s y una carga de activación de 0.067 N, utilizando la sonda TA-PFS-C. Se colocó la porción del snack sobre un soporte, la sonda TA-PFS-C se desplazó verticalmente con el brazo del instrumento para que quedara la muestra alineada con la sonda y se realizó la prueba, ejerciendo una fuerza de compresión hasta producir el quiebre. Se aplicó compresión en tres muestras por tratamiento. Los resultados se expresaron en Newtons (N).

Análisis químicos.

Actividad de agua (Aw). Se determinó utilizando el higrómetro de punto de rocío AquaLab Modelo: Serie 3TE por el método AOAC 978.18 para determinar el agua libre de los snacks. Se molió 2 porciones del snack hasta llegar a un peso aproximado de 3 g y se colocó en el contenedor. Se realizó la medición por triplicado para cada tratamiento.

Análisis de proteína. Se analizó proteína cruda por el método AOAC 2001.11. Éste método permite determinar el nitrógeno utilizando el Digestor FOSS Tecator D 20, posteriormente la destilación del amoníaco con el Destilador FOSS Kjeltex 8200 y la titulación con ácido clorhídrico 0.1 N para valorar el nitrógeno orgánico presente en la muestra destilada. La determinación del porcentaje de proteína se estimó utilizando el factor de conversión $N \times 6.25$. El peso de la muestra a analizar fue de 1.000 ± 0.005 g en papel encerado para introducirlas con dos tabletas kjeltabs en cada tubo de digestión. Los datos reportados se expresan en porcentaje de proteína por gramo de muestra.

Análisis de cenizas. El análisis de cenizas se realizó a todos los tratamientos de acuerdo al método AOAC 923.03. Se pesó 3.000 ± 0.005 g de muestra en cada crisol por triplicado y posteriormente se incineró en la mufla Sybron Thermolyne a 550 °C por 6 horas.

Análisis de hierro. El análisis de hierro se realizó para todos los tratamientos utilizando el método espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo al método AOAC 985.35. Se pesó 3.000 ± 0.005 g de muestra en cada crisol por triplicado y posteriormente se incineró en la mufla Sybron Thermolyne a 550 °C por 6 horas.

Análisis microbiológicos para los snacks.

Se determinó la inocuidad del snack, para el cual se realizó la prueba de coliformes totales, de acuerdo a las exigencias del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2011), por medio de Número Más Probable a partir de diluciones en serie. Evaluado una serie de tres tubos, con el método descrito en el capítulo cuatro del Bacteriological Analytical Manual BAM (2002). Siguiendo el mismo procedimiento descrito previamente.

Análisis de aceptación.

Se evaluaron los 4 tratamientos para los cuales se utilizó una escala hedónica de nueve puntos siendo 1 “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”. Los atributos evaluados fueron apariencia, color, olor, textura, dureza, sabor y aceptación general. Esta prueba se realizó con un mínimo de 90 panelistas no entrenados. A cada panelista se le presentó cuatro muestras codificadas del snack y se usó agua como limpiador de paladar.

Análisis de preferencia.

Se realizó un análisis de preferencia por ordenamiento. Esta prueba se realizó con un mínimo de 90 panelistas no entrenados.

Diseño experimental.

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constó de tres tratamientos utilizando harina de frijol al 80, 60 y 50% ; y maíz al 20, 40 y 50%; y un control 100% harina de maíz con tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales (Cuadro 1).

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias DUNCAN para determinar la diferencia entre tratamientos. El grado de significancia del experimento fue de 95% ($P < 0.05$). El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4 ®). Para el análisis de aceptación se utilizó una separación de medias (Análogo de Fisher’s LSD) con la finalidad de evaluar la variabilidad entre los panelistas; y para el análisis de preferencia se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos.

Las proporciones de las harinas para la elaboración del snack fueron establecidas en base a la literatura, en la que en general se incorpora hasta un 45% de harina de frijol y según los resultados reportados por Figueroa-González *et al.* (2010) al elaborar un snack con un contenido mayor al 80% de harina de frijol esta no presentó características de textura esperada o dureza, resultando la muestra muy frágil.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de snacks a base de harina de frijol biofortificado con harina de maíz nixtamalizado.

Tratamientos	%Harina de frijol biofortificado	%Harina de maíz nixtamalizado
Hf80:Hm20	80	20
Hf60:Hm40	60	40
Hf50:Hm50	50	50
Hf0:Hm100 (Control)	0	100

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis microbiológico.

En los análisis microbiológicos realizados a la materia prima elaborada harina de frijol biofortificado, no se encontró presencia de *Salmonella* (ausencia en 25 g), coliformes totales, ni coliformes fecales < 3 NMP/g. En cuanto a los análisis de mesófilos aerobios y hongos y levaduras, el número de colonias que se encontraron fueron de 330 UFC/g, 150 UFC/g y 580 UFC/g respectivamente, los cuales se encontraron dentro del rango permitido de $< 10^4$ para mesófilos aerobios y $< 10^3$ para hongos y levaduras (RTCA 2009). Un aspecto importante a la que se atribuye que la harina se encontró dentro de los parámetros microbiológicos fue cumplir las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), como ser la desinfección de manos, superficies y equipos que se utilizaron. Además *Salmonella* y coliformes son bacterias que al estar expuesta a temperaturas como mínimo de 65 °C a 74 °C pueden ser eliminadas (OPS s.f). El bajo contenido de hongos y levaduras es debido a la ausencias de esporas, y a la baja actividad de agua que presenta el producto de 0.2 a 0.3, siendo la óptima en la que estos crecen es de 0.7 y 0.8 respectivamente (Carrillo y Audisio 2007).

Pruebas preliminares.

Como resultados de las pruebas preliminares se decidió establecer los porcentajes para la sustitución de la harina de maíz en 80, 60 y 50% de harina de frijol (Cuadro 2), debido a que a estos porcentajes de sustitución el snack lograba mantener una buena estabilidad y no quebrarse. Además, se estableció la temperatura de cocción a 121 °C por 8 minutos por cara, ya que a una mayor temperatura el snack obtenía un sabor a quemado. La adición del frijol se decidió hacerlo con su testa, debido a que los panelistas no lo consideraron como un color desagradable sino novedoso y llamativo.

Cuadro 2. Formulación de snack a base de harina de frijol biofortificado y harina de maíz nixtamalizado.

Materia Prima	Tratamientos			
	Hf80:Hm20	Hf60:Hm40	Hf50:Hm50	Hf0:Hm100 (Control)
Harina de frijol biofortificado	48.03	36.02	30.02	0.00
Harina de maíz nixtamalizado	12.01	24.02	30.02	60.04
Agua	37.50	37.50	37.50	37.50
Sal	2.46	2.46	2.46	2.46
Total %	100.00	100.00	100.00	100.00

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Análisis físicos.

Color. El cuadro 3 muestra que el color de la harina de frijol biofortificado contribuyó a la oscuridad del snack. En todos los parámetros evaluados L^* , a^* y b^* los tratamientos Hf60:Hm40 y Hf50:Hm50 no presentaron diferencia significativa ($P>0.05$). Al contrario entre los tratamientos Hf80:Hm20 y Hf0:Hm100 (Control) sí se presentó diferencia significativa. El incremento de la harina de frijol biofortificado produjo una reducción en el valor L^* y b^* entre los tratamientos Hf0:Hm100 y Hf80:Hm20 de 63.23 a 46.87 y de 20.13 a 12.06 respectivamente, en cambio en el parámetro a^* hubo un aumento en cuanto a los tonos rojos siendo el tratamiento Hf80:Hm20 el más alto con un valor de 6.19 y Hf0:Hm100 el más bajo con un valor a^* de 3.28. Estos resultados se dieron debido a que la harina de frijol fue elaborada a base de un frijol rojo marrón oscuro con testa con brillo intermedio con un valor de L^* de 57.20, a^* de 13.45 y b^* de 22.37 por lo que se obtienen harinas oscuras (Aguirre S. y Gómez 2010). Este oscurecimiento fue ocasionado por las antocianinas que son las responsables de la coloración rojiza de la testa de frijol (Peguero 2007), en cambio el maíz al contener carotenoides como zeaxantina y xantofolia que son los responsables de su coloración amarilla, y al mezclar estas harinas el que predomina es la coloración oscura (Salinas *et al.* 2008). Resultados similares fueron obtenidos por Vásquez (2013) el cual realizó una tortilla fortificada con harina de frijol y amaranto, donde se presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los tratamientos experimentales y el producto a base de la harina convencional de maíz teniendo una reducción en L^* del 8%, en b^* de 2.5% y un incremento en a^* de 65.7%. De la misma forma, Antón *et al.* (2009), evaluó los parámetros de color en un snack a base de mezclas de harinas extruidas de maíz y frijol común Red Kidney, donde encontró que al incrementar la harina de frijol los parámetros de color eran afectados, reduciendo su luminosidad y valor b^* de 79.37 a 68.90 y de 12.11 a 11.44, con un incrementando el parámetro a^* de 2.88 a 3.78.

Cuadro 3. Resultados del color evaluado en los snacks.

Tratamientos	L*	a*	b*
	Media \pm D.E	Media \pm D.E	Media \pm D.E
Hf80:Hm20	46.87 \pm 2.57c	6.19 \pm 0.07a	12.06 \pm 0.34b
Hf60:Hm40	55.65 \pm 0.14b	4.89 \pm 0.50ab	12.70 \pm 1.10b
Hf50:Hm50	57.70 \pm 0.20b	4.34 \pm 0.74bc	12.86 \pm 0.39b
Hf0:Hm100 (Control)	63.23 \pm 1.12a	3.28 \pm 1.62c	20.13 \pm 1.86a
Coefficiente de variación (%)	2.79	14.13	5.99

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Media con letras minúsculas diferentes (a-c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

L*, a*, b*: Espectros de luz

D.E: Desviación estándar

Análisis de textura. Los resultados del Cuadro 4 muestran que los tratamientos con mayor dureza fueron los tratamientos Hf50:Hm50 y Hf0:Hm100 (control) los cuales contienen mayor cantidad de harina de maíz, y no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí, los tratamientos Hf80:Hm20 y Hf60:Hm40 fueron significativamente diferentes, siendo el primero de estos el que presentó una menor dureza 10.6 N. Con lo anterior se puede determinar que al incrementar la harina de frijol en la formulación disminuye la dureza del snack. Esto pudo darse debido a que las partículas de harina de frijol eran de 850 μm lo cual produce un producto más suave con espacios vacíos uniformes y friabilidad en la boca. A baja Aw el material del grano es cristalino y frágil por lo que las fallas se propagan rápidamente en la estructura vítrea y provoca la fragmentación y desintegración a baja deformación y si este es gomoso, la falla de la pared celular no puede propagarse fácil y rápidamente, por lo tanto el material es más dúctil, lo que hace que el material soporte mayor deformación (Castro 2007). Otro aspecto que puede afectar la textura es la cantidad de proteína y almidón de las harinas, aquellas que son ricas en amilosa como la harina de maíz presentan una disminución en la humedad y un incremento importante de la dureza; en cambio las harinas con alta proporción de amilopectina como la harina de frijol conservan mejor la humedad y suavidad (Salinas *et al.* 2007). En cuanto a la cantidad de proteína aquella harina con más proteína pueden afectar la textura del producto, estas partículas disminuyen la expansión del producto por ruptura de las paredes celulares antes de que las burbujas de gas puedan expandirse hasta su máximo potencial, como resultados los productos son compactos, no crujientes y con textura indeseable (Liu y Hsieh 2000). Resultados similares fueron obtenidos por Chávez-Santoscoy *et al.* (2016) al desarrollar galletas con estas harinas en las proporciones de 10 y 20% de harina de frijol; con esta formulación obtuvo una disminución en la dureza de 5.13 a 4.83N.

Cuadro 4. Resultados de la dureza evaluadas en los snacks tipo “nacho”.

Tratamientos	Dureza (Newton)
	Media \pm D.E
Hf80:Hm20	10.26 \pm 0.24 c
Hf60:Hm40	12.42 \pm 0.55 b
Hf50:Hm50	13.98 \pm 0.78 a
Hf0:Hm100 (Control)	14.34 \pm 1.19 a
Coefficiente de variación (%)	6.02

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Media con letras minúsculas diferentes (a-c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

D.E: Desviación estándar

Análisis químicos.

Actividad de agua. Los resultados del cuadro 5 muestran que a medida que se incrementa la cantidad de harina de frijol biofortificado existe un incremento en la actividad de agua. Los únicos tratamientos que presentaron diferencia significativa fueron los tratamientos Hf80:Hm20 y Hf0:Hm100 ($P < 0.05$), en cambio los tratamientos Hf60:Hm40 y Hf50:Hm50 no presentaron diferencia significativa. Esto puede deberse a la cantidad de almidón existente en los granos utilizados, que es en las leguminosas de 25-50% de su peso seco (Ríos 2014), mientras que en los cereales es de 30-80%. En las leguminosas el contenido de amilosa y amilopectina es de 21.1% y 78.19% y en los cereales es de 28.3 y 71.7% respectivamente (Miranda *et al.* 2013). Al ser sometido a calor en un medio acuoso ocurre una ruptura de los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas, que permiten una absorción irreversible y progresiva del agua, la amilosa se transfiere al medio acuoso y la amilopectina queda dentro del gránulo, absorbe mucha agua y forma una suspensión viscosa (Charro 2009). Los resultados tuvieron el mismo comportamiento en la elaboración de barras de granola con frijol en la que al incorporar del 15 a 30% de frijol la actividad de agua incrementó de 0.32 a 0.45 (Medina y Margory 2006). El Instituto Nacional de Estandarización y Tecnología (NIST 2014) establece que la Aw de los snacks debe estar en el rango de 0.30-0.20, por lo que los tratamientos evaluados se encuentran dentro del rango a excepción del tratamiento Hf80:Hm20 que sobre pasa el rango por una mínima diferencia. La baja Aw en los productos alimenticios presenta un potencial para una vida útil estable para evitar el crecimiento de microorganismos.

Cuadro 5. Resultados de la actividad de agua evaluada en los tratamientos.

Tratamientos	Actividad de agua
	Media \pm D.E
Hf80:Hm20	0.31 \pm 0.01a
Hf60:Hm40	0.29 \pm 0.05ab
Hf50:Hm50	0.27 \pm 0.02ab
Hf0:Hm100 (Control)	0.24 \pm 0.01b
Coefficiente de variación (%)	8.97

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Media con letras minúsculas diferentes (a-b) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

D.E: Desviación estándar

Proteína. El porcentaje de proteína de los snacks mostró ser estadísticamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$). A medida que se incrementó el contenido de frijol en la formulación aumentó de 4.78 a 16.21 g/100 g el contenido de proteína. El tratamiento Hf80:Hm20 fue el que presentó un mayor aporte con un valor de 16.21 g/100g, en cambio el tratamiento Hf0:Hm100 (control) mostró el menor aporte siendo de 4.78 g/100g; existiendo una diferencia entre estos del 70.5%. La composición proteica de estas dos harinas puede ser la causa de estos resultados. Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) la harina de maíz contiene 8.5 g/100 g de proteína en cambio la harina de frijol de toda variedad tiene 22.5 g/100 g y la del frijol Honduras Nutritivo es de 27 g/100 g (Harvestplus 2017). Los resultados de este estudio coinciden con los de Antón *et al.* (2009), quienes reportaron que al disminuir la cantidad de harina de maíz y al aumentar la cantidad de harina de frijol Navy en 15, 30 y 45% se incrementa la cantidad de proteína de 3.89 a 10.09 g/100 g. De la misma forma Tharanathan y Mahadevamma (2003) confirmaron que al agregar harina de frijol en un snack se incrementó la proteína, esta se incrementa como una función de la tasa creciente de fortificación proteica del snack de maíz, siendo estas importantes para el desarrollo fisiológico y mantenimiento de un buen estado de salud. En comparación con los snacks comerciales elaborados con maíz, Figueroa y Rumayor (2010) afirman que el snack de frijol contiene el doble de proteína, de 14.17% comparado con 8.00% de un snack comercial, por lo que puede considerarse una fuente de alta calidad proteica al estar compuesto por todos los aminoácidos y su alto contenido de lisina, es por eso que existe una crítica hacia los productos comerciales. Los resultados indican que es posible mejorar de manera importante el contenido de proteína al elaborar snacks a base de harina frijol, dando así un alimento con una mejor propiedad nutritiva.

Cenizas. Los resultados del Cuadro 6 muestran que los tratamientos Hf60:Hm40 y Hf50:Hm50 son similares entre sí, a diferencia de los tratamientos Hf80:Hm20 y Hf0:Hm100, ($P < 0.05$) los cuales presentaron un porcentaje de cenizas mayor (4.00) y menor respectivamente (3.12). Esto se dio debido a la composición de cenizas de estas harinas, la harina de maíz contiene 0.6 g /100 g y la harina de frijol 5.50 g/100 g (INCAP 2012a). Los resultados fueron similares a los de obtenidos por Meza (2011), el cual elaboró un snack con frijol extruido y el contenido de cenizas incrementó de 1.23 a 4.36 g/100 g

comparado con el del maíz, sus resultados fueron más altos, esto pudo ser posible debido al uso de mezclas extruidas que pueden dar lugar a una mayor liberación de minerales y otras partículas a causa del trabajo mecánico ejercido dentro del extrusor. De la misma forma Cuggino (2008) al realizar la mezcla 85/15 logró un incremento del 33% en cuanto a cenizas.

Hierro. Los tratamientos resultaron ser estadísticamente diferentes ($P < 0.05$), el tratamiento con mayor aporte de hierro fue el formulado con 80% harina de frijol biofortificado y 20% maíz (cuadro 6) con un valor de 6.16 g/100 g y el tratamiento que mostró un menor aporte fue Hf0:Hm100 (Control) con una diferencia de 79.54% entre estos. Se puede observar que a medida que aumenta el contenido de harina de frijol el contenido de hierro también aumenta, esto se debe al contenido de hierro en la harina de frijol biofortificado en hierro que es de 13.5 mg/100 g a diferencia de la harina de frijol no biofortificado con 2.38 mg/100g (INCAP 2012b). Resultados similares fueron obtenidos por Estévez (2016) el cual proyectó los aportes nutricionales de una baleada a base de este mismo tipo de frijol y obtuvo que el aporte de micronutrientes como el hierro incrementó en 0.26 mg equivalente al 1.5%. Adicionalmente, según el análisis de hierro de distintas variedades de frijol, el frijol Honduras nutritivo fue el que presentó el mayor contenido de hierro (8.17 mg/100 g) (Harvestplus 2017). La cantidad de hierro tiene una correlación baja de 0.51 con respecto a la cantidad de cenizas por lo que no se puede asumir que a mayores cenizas exista una mayor cantidad de hierro debido a los demás minerales que componen estas harinas como zinc, cobre, fósforo, potasio y calcio (Téllez *et al.* 2009). Estos resultados fueron similares a los de Alvarado (2016) al desarrollar una bebida alta en hierro y calcio, en el cual tuvo como resultado de su análisis de correlación ceniza-hierro una correlación negativa baja de -0.263.

Cuadro 6. Porcentaje de proteína, cenizas y hierro del snack.

Tratamientos	Proteína (g/100g)	Cenizas (g/100g)	Hierro (mg/100g)
	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
Hf80:Hm20	16.21 ± 0.30a	4.00 ± 0.25a	6.16 ± 0.15a
Hf60:Hm40	13.26 ± 0.27b	3.56 ± 0.81b	4.76 ± 0.37b
Hf50:Hm50	11.67 ± 0.09c	3.55 ± 0.56b	3.76 ± 0.63c
Hf0:Hm100 (Control)	4.781 ± 0.16d	3.12 ± 0.68c	1.26 ± 0.02d
CV (%)	2.06	10.51	10.49

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Media con letras minúsculas diferentes (a-d) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

D.E: Desviación estándar

El Reglamento Técnico Centro Americano (RTCA 2011) establece en 30 g una porción adecuada para snacks. Una porción del snack desarrollado en el presente estudio brinda un aporte de proteína entre 4.86 a 1.3 g/porción, cubriendo entre 9.73 al 2.87%, de acuerdo a los 50 g diarios recomendados (RDA) para una persona de 18 a 30 años. Además este

reglamento establece que para poder etiquetar un alimento como “alto en”, deberá de contener dos veces el valor de “fuente” el cual es el 10% de la RDA del nutriente por porción (FAO 2001) del producto control. Por lo que sólo el tratamiento Hf80:Hm20 es el más cercano a considerarse como fuente de proteína (cuadro 7).

Cuadro 7. Aporte del snack a la Recomendación Diaria de proteína.

Tratamientos	RDA	Proteína (g/30g) Media ± D.E	%RDA
Hf80:Hm20	50 g	4.86 ± 0.09a	9.73
Hf60:Hm40		3.98 ± 0.08b	7.96
Hf50:Hm50		3.50 ± 0.03c	7.00
Hf0:Hm100 (Control)		1.43 ± 0.05d	2.87

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

D.E: Desviación Estándar

Media con letras minúsculas diferentes (a-d) en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

RDA: Cantidad Diaria Recomendada

Basado en los resultados del presente estudio y de acuerdo a los RDA de hierro para hombres (8 mg) y mujeres (18 mg) de 18 a 30 años de edad (ver cuadro 8 y 9) el aporte de hierro para los primeros es 1.84 a 1.13 mg/porción, es decir 23 al 14% de la RDA. Si sólo fueran dirigidos los snacks para hombres (cuadro 8), los tratamientos elaborados a base a harina de frijol aportan más hierro a la dieta diaria en comparación del tratamiento control y estos pueden ser considerados como fuente de hierro (10% RDA). Sólo el tratamiento Hf80:Hm20 puede ser considerado alto en hierro.

Cuadro 8. Aporte del snack a la Recomendación Diaria de hierro para hombres.

Tratamientos	RDA	Hierro (mg/30g) Media ± D.E	%RDA
Hf80:Hm20	8 mg	1.84 ± 0.04a	23.11
Hf60:Hm40		1.43 ± 0.11b	17.84
Hf50:Hm50		1.13 ± 0.19c	14.11
Hf0:Hm100 (Control)		0.38 ± 0.01d	4.72

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

D.E: Desviación Estándar

Media con letras minúsculas diferentes (a-d) en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

RDA: Cantidad Diaria Recomendada

En cuanto a las mujeres de 18 a 30 años de edad, debido a que es una edad fértil, los requerimientos de hierro han sido establecidos considerando las pérdidas basales más las pérdidas por hemorragias menstruales. La mediana de las pérdidas menstruales, a lo largo del ciclo, es alrededor de 0.56 mg Fe/día (INCAP 2012a). Según los resultados obtenidos (cuadro 9) el tratamiento Hf80:Hm20 puede ser considerado fuente de hierro por aporta el 10% del RDA.

Cuadro 9. Aporte del snack a la Recomendación Diaria de hierro para mujeres.

Tratamientos	RDA	Hierro (mg/30g) Media ± D.E	%RDA
Hf80:Hm20	18 mg	1.84 ± 0.05a	10.27
Hf60:Hm40		1.39 ± 0.16b	7.93
Hf50:Hm50		1.13 ± 0.19c	6.27
Hf0:Hm100 (Control)		0.38 ± 0.00d	2.10

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

D.E: Desviación estándar

Media con letras minúsculas diferentes (a-d) en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

RDA: Cantidad Diaria Recomendada

Análisis microbiológico.

La lectura de los tubos fue < 3NMP/g, por lo que no se detectó presencia de coliformes y se cumplió lo establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2009). Esto pudo darse por seguir las BPM y también por la exposición a la temperatura de horneado superior a 70°C a la cual esta bacteria no sobrevive.

Análisis sensoriales.

Aceptación. Los atributos evaluados obtuvieron puntajes entre el rango de 5 y 6, colocando el snack entre “Ni me gusta/ni me disgusta” y “Me gusta poco”.

Apariencia. De acuerdo a los resultados obtenidos no hubo diferencia significativa entre tratamientos Hf60:Hm40 y Hf80:Hm20, pero sí en los tratamientos Hf50:Hm50 y Hf0:Hm100 (Control) (P<0.05), los cuales tuvieron las calificaciones más altas de 5 y 6 “Ni me gusta/ni me disgusta” y “Me gusta poco” (Cuadro 10). El tratamiento con mayor aceptación fue Hf0:Hm100 y el de menor aceptación fue Hf80:Hm20, lo que indica que al incrementar la cantidad de harina de frijol, disminuye la aceptación de la apariencia del producto. La apariencia es uno de los aspectos más importantes que caracteriza la calidad de un producto, es importante el tamaño, forma, color, brillo y la ausencia de defectos visuales para que el producto tenga una buena aceptación (Mondino y Ferratto 2006). Estos resultados fueron similares a los reportados por Escobar (2012) en el que el snack control a

base de maíz 100% tuvo la mayor aceptación del 93%, las tortillas de maíz y frijol obtuvieron 58% y las tortillas horneadas de maíz negro y frijol 20%.

Color. Si hubo diferencia significativas en cuanto la aceptación de color entre los tratamientos Hf50:Hm50, Hf0:Hm100 y Hf60:Hm40, Hf80:Hm20 ($P<0.05$). Siendo los más aceptados Hf0:Hm100 y Hf50:Hm50 con una calificación de “Me gusta poco”. El hecho de que no se haya presentado diferencia entre los primeros tratamientos mencionados es debido a que los panelistas no detectaron una gran diferencia entre esos tratamientos, el incremento del 50% de la harina de frijol no demostró gran cambio en el color. El color es un atributo fundamental en las decisiones del consumidor a la hora de adquirir snacks, y la mayoría de estos productos son de naturaleza opaca (HunterLab s.f). De acuerdo a Escobar (2012), que comparó este producto en las proporciones Hm70:Hf30 horneado como frito con un snack de maíz (100%), tampoco tuvo una buena aceptación en cuanto al color, sus resultados para la escala de “Me gusta mucho” fueron 60% para el control horneado (maíz 100%), 18% frito y 5% horneado, esto se debe al color oscuro del frijol que no es aceptado por las personas que evaluaron los productos.

Olor. Sí hubo diferencias significativas en cuanto a la aceptación de olor entre los tratamientos Hf50:Hm50, Hf0:Hm100 y Hf60:Hm40, Hf80:Hm20 ($P<0.05$). Siendo los primeros tratamientos mencionados los de mejor aceptación con una puntuación de 6 “Me gusta poco” y los últimos los menos aceptados con la puntuación de 5 “Ni me gusta/Ni me disgusta”. Esto pudo ser causado debido a que las personas no están acostumbradas a percibir en un snack el olor a frijol, el cual presenta un olor intenso. Según Meza (2011) afirma que la elaboración de un snack con esta mezcla produce modificaciones en las propiedades del producto como el olor, dando lugar a productos diferentes a los snacks comerciales. Según Figueroa y Martínez (2009) al desarrollar este mismo producto pero en lugar de la harina de frijol utilizó harina de sorgo presentó características semejantes, ya que tuvieron una aceptación similar a la de maíz.

Textura. Si hubo diferencia significativas en cuanto la aceptación de textura entre los tratamientos Hf50:Hm50, Hf0:Hm100 y Hf60:Hm40, Hf80:Hm20 ($P<0.05$). Siendo los más aceptados Hf0:Hm100 y Hf50:Hm50 con una calificación de “Me gusta poco”. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede determinar que al incrementar el contenido de harina de frijol en el producto la aceptación es menor, como ser los tratamientos Hf80:Hm20 y Hf60:Hm40 que recibieron una calificación de 5 “Ni me gusta/ni me disgusta”. Las características de las propiedades de textura son importantes desde el punto de vista de calidad, así como con el grado de aceptación por el consumidor. Estas características de aceptabilidad, se relacionan con evaluaciones objetivas y subjetivas de características físicas de un alimento, dentro de estas están: fuerza de ruptura y deformación (Vásquez 2013). Resultados similares a los obtenidos fueron reportados por Vásquez (2013) en la cual utilizaron muestras de frijol y amaranto, donde se presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) y los tratamientos Hf60:Hm40 y Hf80:20 mostraron ser más suaves y por ende no presentaron buena crocancia. Liu y Hsieh (2000) afirman que al agregar ingredientes con alto contenido de fibra y proteína afectan la textura y por ende la aceptabilidad en general de los snack.

Crocancia. Si hubo diferencia significativas en cuanto la aceptación de crocancia entre los tratamientos Hf50:Hm50, Hf0:Hm100 y Hf60:Hm40, Hf80:Hm20 ($P < 0.05$). Siendo los más aceptados Hf0:Hm100 y Hf50:Hm50 con una calificación de “Me gusta poco”. La crocancia es un atributo de textura muy importante para productos secos como son los snacks. Un alimento crocante se caracteriza por poseer una estructura rígida, no deformable, que súbitamente colapsa al aplicar una pequeña fuerza de corte, y es un atributo importante para que el producto sea aceptado (Bourme 2002). Los tratamientos que contenían una mayor cantidad de harina de frijol fueron menos aceptados, esto pudo ser debido a que, según lo reportado por Rodríguez (2014), a medida que el contenido de harina de maíz disminuía, también lo hacía la fuerza del producto. Según Manley (2011) que al elaborar galletas con estos ingredientes de harina de frijol y maíz, dio a conocer que aquellas que tenían una mayor cantidad de proteína y almidón, tenían menor dureza a comparación de las de alto contenido de almidón.

Sabor. Los resultados demostraron que no hubo diferencia significativas en cuanto la aceptación de sabor entre los tratamientos Hf0:Hm100 y Hf50:Hm50 ($P > 0.05$), siendo estos diferentes a Hf60:Hm40 y Hf0:Hm100 ($P < 0.05$). El tratamiento con mayor aceptación fue Hf0:Hm100 con una calificación de 7 “Me gusta moderadamente”. El sabor es un factor determinante al momento de consumir un alimento debido a que uno de los placeres importantes de la vida es saborear y disfrutar los alimentos, difícilmente un producto con mal sabor será consumido (Indualimentos 2012). Estos resultados fueron similares a los de Téllez *et al.* (2009) que utilizó harina de frijol nixtamalizado, en cuya investigación el tratamiento con mayor aceptación fue el control con 100% harina de maíz, seguido por los que contenían menos proporción de harina de frijol. Según Figueroa (2010) mientras menor es la cantidad de harina de frijol en el snack, menos sabores extraños se presentan debido al exceso de proteína como sucede con los productos a base de proteína de soya.

Aceptación general. El cuadro 10 muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos Hf80:Hm20, Hf60:Hm40 y entre los tratamientos Hf50:Hm50, Hf0:Hm100. Los tratamientos Hf50:Hm50 y Hf0:Hm100 fueron los que tuvieron la mejor evaluados con un valor de 6 “me gusta poco”. Estos resultados fueron similares a los de Figueroa-Gonzalez *et al.* (2010) en el cual de todos sus tratamientos realizados con las harinas frijol:maíz la formulación 50:50 fue considerado el más resistente, crujiente, de buen sabor y por ende el de mayor aceptación.

Cuadro 10. Resultados del análisis sensorial de los snacks.

Tratamientos	Apariencia Media ± D.E	Color Media ± D.E	Olor Media ± D.E	Textura Media ± D.E	Crocancia Media ± D.E	Sabor Media ± D.E	Aceptación general Media ± D.E
Hf80:Hm20	4.81 ± 1.87c	5.07 ± 1.99b	5.38 ± 1.56b	5.22 ± 1.71b	5.43 ± 1.91b	5.06 ± 1.84c	5.23 ± 1.66b
Hf60:Hm40	5.12 ± 1.76c	5.33 ± 1.62b	5.48 ± 1.55b	5.37 ± 1.55b	5.77 ± 1.74b	5.29 ± 1.79c	5.50 ± 1.43b
Hf50:Hm50	5.98 ± 1.80b	6.02 ± 1.72a	6.03 ± 1.70a	6.18 ± 1.61a	6.79 ± 1.53a	6.23 ± 1.74b	6.39 ± 1.57a
Hf0:Hm100 (Control)	6.60 ± 1.89a	6.39 ± 1.95a	6.48 ± 1.60a	6.57 ± 1.64a	6.82 ± 1.72a	7.83 ± 1.51a	6.77 ± 1.25a
Coefficiente de variación (%)	32.59	32.07	27.42	28.67	28.65	29.13	24.98

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Media con letras minúsculas diferentes (a-c) en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

D.E.: Desviación estándar.

Escala hedónica 1-9 siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

El atributo que influyó más en la aceptación general del producto fue el sabor, presentó una correlación positiva alta con un P value < 0.05 de 0.80300, el cual estaba relacionada con la textura y crocancia, y correlación positiva media en las demás variables (cuadro 11) donde se muestran que estas propiedades se encuentran relativamente relacionadas a la hora de medir la aceptación del producto.

Cuadro 11. Correlación entre la aceptación general y atributos del snack

Aceptación General	Correlación de Pearson
	Coefficiente
Sabor	0.80
Color	0.62
Olor	0.61
Crocancia	0.63
Textura	0.72

Análisis de preferencia.

El tratamiento de mayor preferencia fue Hf0:Hm100 (Control), seguido por el tratamiento Hf50:Hm50 (50% harina de frijol y 50% harina de maíz), según la prueba de Shapiro-Wilk no se consideró un parámetro anormal ($P < 0.05$), según la separación de medias (Análogo de Fisher's LSD) no existió diferencia significativa entre los tratamientos Hf50:Hm50 y Hf0:Hm100 ni entre Hf80:Hm20 y Hf60:Hm40 por lo que pueden ser considerados con la misma preferencia (cuadro 12).

Cuadro 12. Resultados del análisis sensorial por preferencia

Tratamientos	Preferencia Media \pm D.E
Hf80:Hm20	0.33 \pm 0.58b
Hf60:Hm40	5.00 \pm 1.73b
Hf50:Hm50	11.00 \pm 3.00a
Hf0:Hm100 (Control)	13.67 \pm 3.21a

Hf: Harina de frijol biofortificado

Hm: Harina de maíz nixtamalizado

Media con letras minúsculas diferentes (a-b) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

D.E.: Desviación estándar

4. CONCLUSIONES

- En el snack desarrollado se produjo un color más oscuro y una textura más débil debido al incremento de la harina de frijol biofortificado.
- Ninguno de los snacks desarrollados pudo considerarse como un alimento fuente de proteína, pero la combinación de la harina de frijol biofortificado y la harina de maíz nixtamalizada aumentó la cantidad de proteína del producto.
- Se incrementó el contenido de hierro en el snack respecto al RDA de los hombres; todos los tratamientos fueron considerados como fuente de hierro y sólo el tratamiento con el incremento del 80% fue considerado alto en hierro.
- En el RDA de las mujeres sólo el tratamiento con el incremento del 80% de harina de frijol biofortificado fue considerado fuente de hierro.
- El tratamiento control fue el más aceptado y preferido en el estudio seguido por el tratamiento con 50% de harina de frijol.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis proximal para el tratamiento más aceptado a base de harina de frijol evaluando el aporte de otros nutrientes como grasa, minerales y vitaminas.
- Calcular el aporte real de minerales y hierro del producto, realizando previamente el aporte de fibra cruda que evita la digestibilidad de estos componentes.
- Agregar ácido cítrico o tartárico para aumentar el aprovechamiento del hierro.
- Mejorar el sabor de los snacks con harina de frijol utilizando algún saborizante que ayude a disminuir el sabor del frijol para ver si se logra alguna mejoría.
- Mejorar la textura y crocancia de los snacks en todos los tratamientos utilizando emulsificantes para mejorar su aceptación, o mejorar el proceso de la elaboración del snack por extrusión u otro proceso mecánico.
- Investigar a través de análisis de la materia prima en qué parte del proceso del grano hasta la obtención del producto final es donde se produce la pérdida de proteína.
- Aumentar el aporte proteico utilizando una variedad de maíz que contenga una mayor cantidad de proteína.

6. LITERATURA CITADA

Aguirre S., Gómez C. 2010. Evaluación de las características físicoquímicas de la especie de frijol *Phaseolus Vulgaris* de las variedades; Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis. [Tesis]. Universidad de Guanajuato. Guanajuato. 8 p. [Consultado 2017 sep 16]. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_FisicAlim/Carlos_Aldapa/4.pdf

Alvarado Quintana JE. Desarrollo de una mezcla en polvo para elaboración de una bebida de horchata con alto contenido de hierro y calcio para jóvenes entre 13 y 17 años. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 26 p. [Consultado 2017 sep 3]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5796/1/AGI-2016-T002.pdf>

Amador A. 2009. Desarrollo y evaluación de una tortilla de maíz con dos concentraciones de harinas soya (*Glycine max*) y harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) [Tesis] Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 34 p. [Consultado 2017 ago 2]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1976/1/AGI-2004-T026.pdf>

Antón A, Gary Fulcher R, Arntfield SD. 2009. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris*) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking. Food Chemistry. [Internet]. [Consultado 2017 jul 25]. 113(4):989–996. doi:10.1016/j.foodchem.2008.08.050.

AOAC 2001. Official methods of analysis of AOAC international. 19th ed. Washington DC (EE.UU). AOAC. [Consultado 2017 jun 26]. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

Arias SdC. 2012. Elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado para uso instantáneo [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 46 p. [Consultado 2017 jun 1]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1527/1/AGI-2002-T003.pdf>

BAM (Bacteriological Analytical Manual). 2002. Laboratory Methods. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Center for Food Safety and Applied Nutrition. [Internet]. [Consultado 2017 ago 3]. <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>.

Bourme M. 2002. Food texture and viscosity: concept and measurement. 2nd Edition. Geneva, New York. [Internet]. ISBN: 0-12-119062-5.

Carrillo L, Audisio C. 2007. Manual de Microbiología de los Alimentos. Argentina: Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agraria. [Internet]. [Consultado 2017 sep 2]. <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/>.

Castro E. 2007. Parámetros mecánicos y textura de los alimentos. [Tesis]. Universidad de Chile, Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, Chile. 157 p. [Consultado 2017 ago 27]. <http://www.libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/432/submission/proof/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

Charro R. 2009. Análisis reológico de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo. [Tesis]. Universidad de Salamanca, España. 180 p. [Consultado 2017 sep 9]. https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/56078/1/PFC_Analisisreologico.pdf

Chávez-Santoscoy RA, Gutiérrez-Urbe JA, Serna-Saldivar SO, Perez-Carrillo E. 2016. Production of maize tortillas and cookies from nixtamalized flour enriched with anthocyanins, flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coats. Food Chemistry; 90-97 p. [Consultado 2017 ago 27]. 192:90–97. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2015.06.113.

Cuggino Mariana. 2008. Desarrollo de alimentos precocidos por extrusion a base de maíz.leguminosa. Argentina: Universidad Nacional del Litoral. 90 p. [Consultado 2017 jul 26]. <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/60/Tesis.pdf?sequence=4>

Escobar P. 2012. Determinación de la calidad proteica y aceptabilidad de tres formulaciones de tortillas de maíz y frijol tipo "snack". Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 91 p. [Consultado 2017 may 28]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3263.pdf

Estévez JE. 2016. Efecto potencial de la implementación de maíz y frijol biofortificados en la nutrición de la comunidad El Jicarito, San Antonio de Oriente, Francisco Morazan, Honduras. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 32 p. [Consultado 2017 may 28]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5763/1/AGI-2016-T018.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2001. Codex Alimentarius: Etiquetado de los alimentos, textos completos. Roma: FAO. 56 p. ISBN: 9789253046799.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). s.f. Necesidades nutricionales: Nutrición-Proteína; [Consultado 2017 may 28]. <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. Beneficios de las Logumbres para la Salud. [Consultado 2017 may 28]. <http://www.fao.org/3/a-i5388s.pdf>.

Figuerola L, Martínez G. 2009. Caracterización de tortillas elaboradas con mezcla de sorgo y maíz. México: Universidad de Guanajuato. 6 p. [Consultado 2017 jul 31]. <http://www.academicos.ugto.mx/memoria/PDF/s206-27.PDF>

Figuerola J, Rumayor A. 2010. Botana a base de frijol con alto valor nutricional y nutracéutico: Totopos; [Consultado 2017 jul 26]. <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/Frijol.pdf>

Figuerola-Gonzalez J, Guzmán-Maldonado S, Herrera M. 2010. Desarrollo de un totopo nutritivo de harina de frijol enriquecido con maíz. México: UANL. 7 p; [Consultado 2017 may 28]. respyn2.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/documentos/cereales.../CLO65.pdf

Harvestplus. 2017. Frijol Honduras Nutritivo; [Consultado 2017 sep 16]. <http://lac.harvestplus.org/honduras-impulsa-cultivos-biofortificados/>

HunterLab. s.f. Medición del color de snacks: Productos de aperitivo. [Consultado 2017 sep 16]. <https://www.hunterlab.com/es/analizador-de-color-de-alimentos-snack-medici%C3%B3n-del-color-de-snacks.html>.

INCAP (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá) 2012a. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. [Consultado 2017 sep 3]. <http://bvssan.incap.org.gt/local/file/DOEIP091.pdf>

INCAP (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá) 2012b. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. 2da. Guatemala. 137 p. [Consultado 2017 sep 2]. http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc_view/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica

Indualimentos. 2012. La importancia del Sabor: Clave en la Industria de Alimentos; [Consultado 2017 sep 14]. <http://studylib.es/doc/6879128/la-importancia-del-sabor--clave-en-la-industria-de---ilsi...>

Liu Y, Hsieh F. 2000. Effect of process conditions on the physical and sensory properties of extruded oat-corn puff. *Journal of food science* [Internet]. 65 (7). 25 p. [Consultado 2017 jul 31]. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10274.x/epdf>.

Manley D. 2011. *Manley's technology of biscuits, crackers and cookies*. Fourth edition. New Delhi: Woodhead Publishing. 12 p. [Consultado 2017 ago 1]. <http://www.gbv.de/dms/tib-ub-hannover/730463338.pdf>

Medina H., Margory D. 2006. Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 51 p. [Consultado 2017 sep 22]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/741/1/AGI-2006-T024.pdf>

Meza C. 2011. Elaboración, evaluación nutrimental y nutracéutica de una botana a partir de harinas extrudidas maíz/frijol. [Tesis]. Centro Universitario Querétaro, México. 132 p. [Consultado 2017 jul 26]. <http://ri.uaq.mx/xmlui/handle/123456789/2321>

Miranda P, Marrugo Y, Montero P. 2013. Caracterización Funcional del Almidón de Frijol Zaragoza y cuantificación de su almidón resistente. Colombia: Fundación Universitaria Agraria de Colombia. 16 p. [Consultado 2017 sep 9]. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992013000100002

Mondino M, Ferratto J. 2006. El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Argentina: Universidad Nacional de Rosario. [Consultado 2017 jun 28]. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm>.

Nestel P, Howarth E, Meenakshi J, Pfeiffer W. 2006. Symposium: Food Fortification in Developing Countries: Biofortification of Staple Food Crops. [Consultado 2017 may 28]. <http://jn.nutrition.org/content/136/4/1064.full.pdf+html>.

NIST. 2014: Aqualab water activity instrumentation. [Consultado 2017 jun 14]. <http://labcell.com/media/96129/aqualab%20cat%202014-email.pdf>.

OMS (Organización Mundial de la Salud) 2005. Prevalencia mundial de la anemia y número de personas afectadas. World Health Organization; [Consultado 2017 sep 16]. http://www.who.int/vmnis/database/anaemia/anaemia_data_status_t2/es/.

OMS (Organización Mundial de la Salud) 2016. Carencia de micronutrientes. World Health Organization; [Consultado 2017 sep 3]. <http://www.who.int/nutrition/topics/ida/es/>.

PS OMS (Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud). 2015. Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas: Productos Ultraprocesados. [Consultado 2017 may 28]. http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7698/9789275318645_esp.pdf?sequence=5.

Paredes O, Guevara F, Bello L. 2009. La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz - Revista Ciencias. México. [Consultado 2017 may 30]. <http://www.revistaciencias.unam.mx/en/41-revistas/revista-ciencias-92-93/205-la-nixtamalizacion-y-el-valor-nutritivo-del-maiz-05.html>.

Peguero F. 2007. Perfil de antocianinas de tres variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas en Honduras. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 64 p. [Consultado 2017 sep 2]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/681/1/AGI-2007-T034.pdf>

Ríos K. 2014. Análisis comparativo de las propiedades físico-químicas y nutrimentales de almidón obtenido a partir de dos especies de Malanga cultivadas en el estado de OAXACA.

[Tesis]. Universidad tecnológica de la Mixteca. México. 66 p. [Consultado 2017 sep 9]. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/12223.pdf

Rodríguez-Miranda J, Ramírez-Wong B, Vivar-Vera MA, Solís-Soto A, Gómez-Aldapa CA, Castro-Rosas J, Medrano-Roldan H, Delgado-Licon E. 2014. Efecto de la concentración de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), contenido de humedad y temperatura en extrusiones sobre las propiedades funcionales de alimentos acuícolas. 13(3). [Consultado 2017 may 28]. <http://www.redalyc.org/pdf/620/62035738001.pdf>.

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) 2009. Alimentos, criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos [Internet]. [Consultado 2017 jun 1]. https://members.wto.org/crnattachments/2008/sps/CRI/08_1142_00_s.pdf

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) 2011. Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad: RTCA 67.01.60:10 [Internet]. [Consultado 2017 ago 4]. <https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/files/COMIECO%202011%20Etiquetado%20Nutricional%20de%20Productos%20Alimenticios%20Preenvasados%20para%20Consumo%20Humano.pdf>

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería) 2016. Primera variedad de frijol biofortificado es liberada en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. [Consultado 2017 jun 14] <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2016/abril-2016/primera-variedad-de-frijol-biofortificado-es-liberada-en-honduras/>.

Salinas Y, Perez P, Castillo J. 2007. Relación de amilosa:amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. 26 (6). [Consultado 2017 sep 9]. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-2/7a.pdf>

Salinas Y, Saavedra S, Soria J. 2008. Características fisicoquímicas y contenido de carotenoides en maíces (*Zea mays*) amarillos cultivados en el Estado de México; [Consultado 2017 sep 2]. 34(3). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000300011.

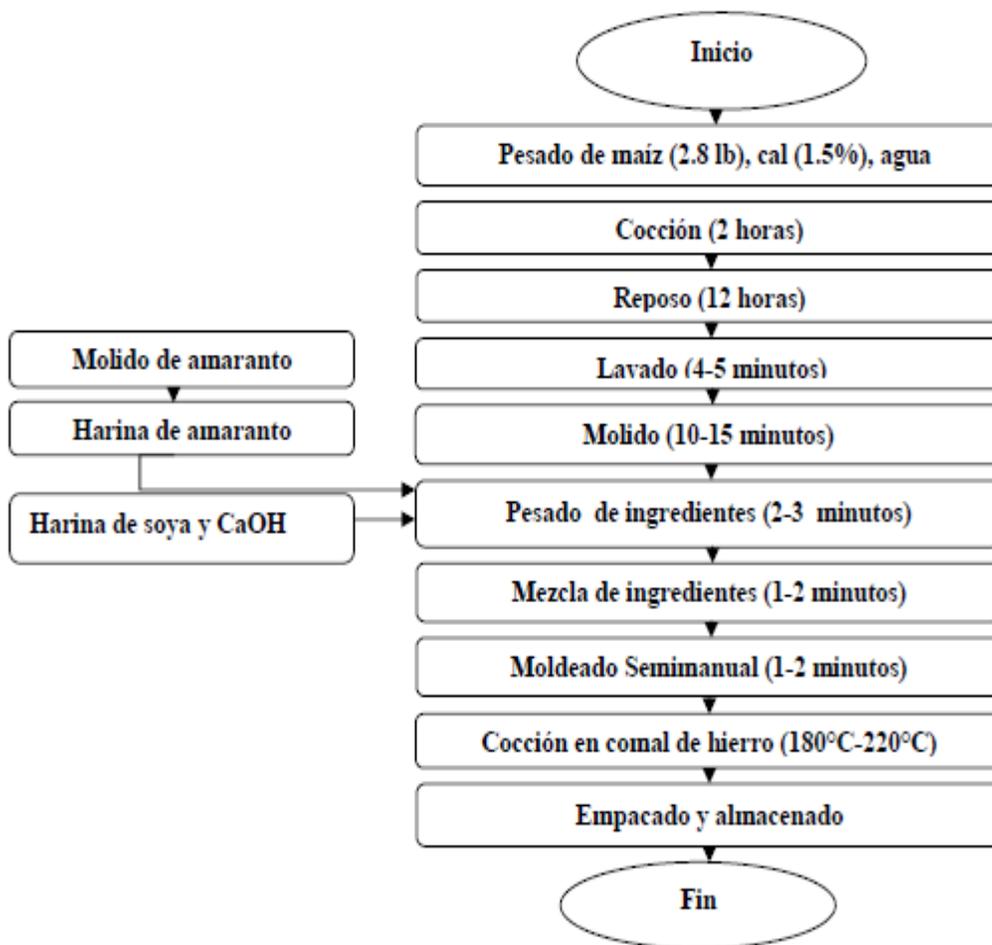
Téllez P, Arellano A, Velásquez J. 2009. Optimización de nixtamalización de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y desarrollo de un nuevo producto alimenticio [Tesis]. Universidad Autónoma Chapingo, México. 7 p. [Consultado 2017 ago 1].

Tharanathan R, Mahadevamma S. 2003. Grain legumes—a boon to human nutrition. Trends in Food Science & Technology. 14(12):507–518. doi:10.1016/j.tifs.2003.07.002. [Consultado 2017 jul 25]

Vásquez J. 2013. Desarrollo de tortillas de maía fotificadas con fuentes de proteína y fibra y su efecto biológico en un modelo animal [Tesis]. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 162 p. [Consultado 2017 jul 31]. <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/16585>

7. ANEXOS

Anexo 1. Flujo de proceso de la elaboración de una tortilla



Anexo 2. Correlación de análisis sensorial de aceptación.

Pearson Correlation Coefficients, N = 360 Prob > r under H0: Rho=0							
	Apariencia	color	olor	textura	crocancia	sabor	AceptacionG
Apariencia	1.00000 <.0001	0.77877 <.0001	0.58762 <.0001	0.51682 <.0001	0.32663 <.0001	0.48423 <.0001	0.58991 <.0001
color	0.77877 <.0001	1.00000	0.67321 <.0001	0.55288 <.0001	0.38274 <.0001	0.52912 <.0001	0.62577 <.0001
olor	0.58762 <.0001	0.67321 <.0001	1.00000	0.59384 <.0001	0.43369 <.0001	0.55566 <.0001	0.60893 <.0001
textura	0.51682 <.0001	0.55288 <.0001	0.59384 <.0001	1.00000	0.67407 <.0001	0.61603 <.0001	0.72417 <.0001
crocancia	0.32663 <.0001	0.38274 <.0001	0.43369 <.0001	0.67407 <.0001	1.00000	0.59178 <.0001	0.63337 <.0001
sabor	0.48423 <.0001	0.52912 <.0001	0.55566 <.0001	0.61603 <.0001	0.59178 <.0001	1.00000	0.80300 <.0001
AceptacionG	0.58991 <.0001	0.62577 <.0001	0.60893 <.0001	0.72417 <.0001	0.63337 <.0001	0.80300 <.0001	1.00000

Anexo 3. Correlación entre contenido de cenizas-hierro.

Pearson Correlation Coefficients, N = 12 Prob > r under H0: Rho=0		
	Cenizas	Hierro
Cenizas	1.00000	0.50664 0.0928
Hierro	0.50664 0.0928	1.00000

Anexo 4. Formato utilizado para evaluación sensorial

Boleta de respuestas, Prueba de Aceptación

Sexo F

Código:

Fecha:

Instrucciones: Se le presentará 4 muestras de snacks a base de harina de frijol y maíz, y un vaso de agua.

Antes y después de cada muestra tomada limpiar su paladar con agua.

Pruebe las muestras de Izquierda a Derecha y evalúe la apariencia antes de probar cada muestra.

Coloque el número en el cuadro, indicando su grado de aceptación.

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

Muestra _____

Atributo	Apariencia	Color	Olor	Textura	Crocancia	Sabor	Aceptación General
Calificación							

Muestra _____

Atributo	Apariencia	Color	Olor	Textura	Crocancia	Sabor	Aceptación General
Calificación							

Muestra _____

Atributo	Apariencia	Color	Olor	Textura	Crocancia	Sabor	Aceptación General
Calificación							

Muestra _____

Atributo	Apariencia	Color	Olor	Textura	Crocancia	Sabor	Aceptación General
Calificación							

Por último, por favor indicar la muestra de su preferencia: _____

COMENTARIOS:

Muchas gracias por su participación