

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



Proyecto Especial de Graduación
**Desarrollo de un snack a base de pasta de guandú (*Cajanus cajan*) y
harina de maíz nixtamalizado (*Zea mays*)**

Estudiante

Dionichel Benilda Sandoval Rios

Asesores

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Jorge A. Cardona, Ph.D.

Honduras, agosto 2022

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	6
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos	8
Resumen	9
Abstract	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos	15
Localización del Estudio	15
Materiales	15
Equipos	15
Fases de la Investigación.....	15
Fase 1. Elaboración y Análisis microbiológico de la Pasta de Guandú	15
Elaboración de la Pasta de Guandú.....	15
Análisis Microbiológico.	16
Fase 2. Elaboración de Snack y Análisis Sensorial	17
Pruebas Preliminares.	17
Flujo de Proceso para la Elaboración del Snack.	18
Análisis Sensorial Afectivo.	19
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.	20

Fase 3. Análisis Físicoquímicos del Tratamiento de Mayor Aceptación	20
Textura.....	20
Análisis de Proteínas.....	20
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	21
Resultados y Discusión.....	22
Análisis Microbiológico	22
Pruebas Preliminares	22
Análisis Sensorial	23
Apariencia.....	23
Color	24
Olor.....	25
Crocancia	26
Sabor.....	27
Aceptación General	28
Análisis de Correlación entre Atributos con Aceptación General	28
Análisis de Preferencia.....	29
Prueba de Basker	29
Análisis Físicoquímicos.....	29
Análisis de Textura	30
Proteínas.....	32

Cálculo Teórico de los Nutrientes en los Tratamientos con Sustitución Parcial de Pasta de Guandú .	34
Costos de Formulación de los Tratamientos	36
Conclusiones	37
Recomendaciones	38
Referencias	39
Anexos	46

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Resultados del análisis microbiológico de la pasta de guandú.	22
Cuadro 2 Formulaciones para utilizar en la elaboración del snack.	23
Cuadro 3 Resultados obtenidos del análisis sensorial de los snacks para los atributos apariencia y color.	25
Cuadro 4 Resultados obtenidos del análisis sensorial de los snacks para los atributos olor y Crocancia.	27
Cuadro 5 Resultados obtenidos del análisis sensorial de los snacks para los atributos sabor y aceptación general.....	28
Cuadro 6 Análisis de correlación de los atributos y la aceptación general de los snacks.	29
Cuadro 7 Análisis de preferencia de snacks utilizando Prueba de Basker.	29
Cuadro 8 Análisis de textura.	31
Cuadro 9 Análisis de proteínas.....	34
Cuadro 10 Cálculo teórico de los nutrientes en 30 gramos de los tratamientos.....	35
Cuadro 11 Cálculo teórico y aporte real de proteínas del snack (Tratamiento 1).	35
Cuadro 12 Costos de formulación en Lempiras y dólares para elaborar 500 gramos del tratamiento control y el Tratamiento 1.	36

Índice de Figuras

Figura 1 Flujo de proceso para la elaboración de la pasta de guandú.....	16
Figura 2 Flujo de proceso para la elaboración del snack.	19

Índice de Anexos

Anexo A Formulaciones en porcentajes.....	46
Anexo B Correlación de Pearson.....	47
Anexo C Análisis de textura	48
Anexo D Cálculo del aporte teórico de los tratamientos	49
Anexo E Boleta de evaluación sensorial.....	50
Anexo F Aporte de sodio de los tratamientos.....	51

Resumen

En este proyecto se elaboró un snack (nachos) con pasta de guandú (*Cajanus cajan*) y harina de maíz nixtamalizado (*Zea mays*). El guandú, una leguminosa cultivada en varios países de Latinoamérica, y el Caribe la región con mayor cultivo. El porcentaje de proteína del grano seco crudo alcanza de 20 hasta 24%. Los objetivos fueron determinar la formulación de snack con mayor aceptación sensorial, evaluar el efecto de la adición de pasta de guandú en la textura del snack y determinar el aporte proteico de la formulación de snack mejor aceptado sensorialmente. Se realizaron tres formulaciones 45, 65 y 85 g de pasta de guandú como sustitución parcial en 100 gramos de tratamiento, más un control 100% harina de maíz blanco nixtamalizado. Se realizó un análisis microbiológico para Coliformes Totales y Bacterias Mesófilas Aerobias a la pasta, los cuales estuvieron dentro de los límites permitidos. En la evaluación sensorial, se realizó una prueba de aceptación y una de preferencia por ordenamiento con cuatro tratamientos por tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. En el análisis sensorial no hubo diferencias significativas entre la aceptación general de los tratamientos. Los análisis fisicoquímicos se realizaron al control y al tratamiento con 45 g de sustitución, es decir, dos tratamientos con tres repeticiones, obteniendo así seis unidades experimentales. La adición de 45 g de pasta de guandú incrementó la dureza y fracturabilidad y el contenido de proteínas. Se recomienda realizar un análisis proximal completo y estudios con otros alimentos para conocer la cantidad de cada de nutriente en el producto final.

Palabras clave: gandul, leguminosas, proteína vegetal, snack saludable.

Abstract

In this project, a nacho-type snack was developed based on guandu paste (*Cajanus cajan*) and nixtamalized corn flour (*Zea mays*). Guandu is a legume grown in several Latin American countries, with the Caribbean being the region with the largest cultivation. The protein percentage of raw dried grain ranges from 20 to 24%. The study's objectives were to determine the snack formulation with greater sensory acceptance, to evaluate the effect of the addition of guandu paste on the texture of the snack, and to determine the protein contribution of the snack formulation best accepted sensorily. Three formulations with 45, 65, and 85 g of guandu paste were made as a substitution per each 100 grams of treatment, plus a control of 100% nixtamalized white corn flour. A microbiological analysis for Total Coliforms and Aerobic Mesophilic Mesophilic Bacteria was performed on the paste, and the results were within the permitted limits. In the sensory evaluation, an acceptance test and an ordering preference test were carried out. In the sensory analysis, there were no significant differences between the general acceptance of the treatments. Physicochemical analyses were performed for the control and the treatment with 45 g substitution. The addition of 45 g guandu paste increased the hardness and fracturability and the protein content. A complete proximate analysis and studies with other foods are recommended to know the amount of each nutrient in the final product.

Keywords: gandul, legumes, vegetable protein, healthy snack.

Introducción

Una buena nutrición es la primera defensa contra las enfermedades y nuestra fuente de energía para vivir y estar activo. Los problemas nutricionales causados por una dieta inadecuada son amplios, en muchos países adoptan distintas formas, desde el hambre crónica al déficit de micronutrientes, sobrepeso y obesidad. En América Latina y el Caribe se notó un descenso en el retraso del crecimiento infantil así como, en la desnutrición crónica de 22.7% en 1990 a 9% en 2019, sin embargo, se observó un aumento en el sobrepeso infantil de 6.2 a 7.5% en el mismo año. Por otra parte, con el impacto causado por la pandemia de COVID-19 se espera un aumento significativo de inseguridad alimentaria y malnutrición en los próximos años (FAO 2022a).

Los alimentos ultraprocesados y las comidas rápidas que presentan un desequilibrio en calidad nutricional, están reemplazando las comidas nutritivas de las dietas en América Latina y El Caribe, generando efectos alarmantes en la salud humana (OPS y OMS 2019). Entre los factores no saludables que presentan las comidas rápidas se encuentran el contenido energético de hasta 3 kcal/g, considerados densamente energéticos, sobre todo por su alto contenido graso, principalmente las grasas saturadas, el alto contenido de carbohidratos y bajo contenido de fibra y proteínas (Cáceres Aguilar et al. 2021). Estos nuevos patrones alimentarios en conjunto con una menor actividad física, contribuyen al aumento de sobrepeso y obesidad, así como, a las enfermedades no transmisibles (cardiovasculares, diabetes y otras) relacionadas con una alimentación incorrecta (Rapallo y Rivera 2019). Entre los productos ultraprocesados más comunes se encuentran los snacks (OPS y OMS 2015). Actualmente, existe una gran variedad de snacks como las barras de cereal, galletas y otros. Pero, la mayoría son productos a base de trigo, avena, cebada y centeno, cuyo acceso se limita a las personas celíacas (Cornejo et al. 2016). Un snack o colación es un alimento ligero que se consume entre desayuno, almuerzo y cena. Los aperitivos y muchas bebidas suelen ser densos en energía, pobres en nutrientes (proteínas, fibra, otros) y con alto contenido de sal o azúcar haciéndolos inapropiados para

la salud (Pries et al. 2019). Se consideran saludable cuando no aporta una cantidad excesiva de calorías, azúcares, grasas saturadas y sodio, sino que aporta nutrientes beneficiosos para el ser humano, sobre todo para los niños, ya que el consumo de alimentos no saludables les arriesga a sufrir enfermedades no transmisibles desde temprana edad (Gasca 2020). En 2017, el mercado de alimentos envasados, específicamente los snacks salados, representó el 23% del consumo a nivel global, siendo mayor en Norteamérica, Europa Occidental y Australasia. En general, tuvo un crecimiento en valor de 4.3% divididos en 1.59% para las galletas dulces, 1.29% para los snacks salados, este valor es significativo con respecto a otros como las golosinas y helados que no superaron el 1% en dicho crecimiento. Así mismo, el tamaño de mercado alcanzó alrededor de los USD 506 millones (De los Reyes 2018).

Las leguminosas han sido cultivadas en forma extensiva en muchos países alrededor del mundo debido a su alto contenido de proteína, 22% aproximadamente y significativa cantidad de tiamina, riboflavina y niacina; además, son más ricas en hierro y calcio que la mayoría de los cereales (Espinal Jacobo 2016). El guandú es una leguminosa de gran valor nutritivo y de fácil producción en muchas zonas marginales para otros cultivos (Miquilena y Higuera Moros 2012). El guandú/gandul (*Cajanus cajan*), frijol de palo, quichoncho o guisante de paloma como se le conoce según la FAO (2018), es una leguminosa arbustiva de hojas alternas trifoliadas, de granos comestibles que se cultiva tanto anual como perenne. Su contenido proteico varía de 21 a 24.6% para el grano verde y grano seco respectivamente, lo que lo sugiere como fuente proteica para la alimentación (Barboza Tucto 2013). Algunas variedades pueden llegar hasta 32% de proteínas, el contenido de fibra es de aproximadamente 5.4%. Entre los compuestos químicos que presenta el guandú están los flavonoides, como por ejemplo, cajaflavone, cajaflavanone, difeniletano como el cajanine, todos estos con funciones terapéuticas que lo hacen un alimento funcional (Castillo Gómez et al. 2016). Con el alza en el consumo de snack en los últimos tiempos, la riqueza en las propiedades nutritivas que posee el

guandú (proteínas, oligoelementos, vitaminas A y C) lo hace apto para el desarrollo de productos que cumplan con las necesidades nutricionales de la población, siendo esta una buena opción para cooperar con la seguridad alimentaria en muchas partes de Latinoamérica (Jiménez 2014).

El guandú está presente en varios países de América Latina, siendo el Caribe la región con mayor difusión de su cultivo (FAO 2018). En Panamá, es uno de los granos más apreciados y cultivados, la producción se mantuvo relativamente más alta en 2019 comparada con años anteriores. La cosecha anual en 2016 fue de 4200 quintales, mientras en 2020 llegó hasta los 6350.10 quintales de guandú, con un rendimiento aproximado de 14.10 quintales por hectárea (MIDA 2020). Anualmente, el consumo por habitante es de aproximadamente un kilogramo. En su mayoría se prefiere cocido, en arroz blanco y arroz con coco, sobre todo en épocas de fin de año. Aunque es grande la demanda durante todo el año por parte del consumidor local, la producción solo se ha enfocado en la cosecha del rubro para venta fresca por algunos meses (García et al. 2020). Gran parte del guandú en Panamá es importado en su mayoría de Perú con aproximadamente 19 mil enlatados y alrededor de siete mil quintales entre 2019 y 2020 (MIDA 2020). El procesamiento industrial de este grano en Panamá es escaso solo la empresa Nestlé produce enlatados de guandú bajo la marca MAGGI en dos presentaciones, Guandú Bien Panameño y Guandú con Coco (Pimentel et al. 2018).

El maíz (*Zea mays*), botánicamente pertenece a la familia de las gramíneas y forma parte de la dieta en América Latina, es una de las especies de mayor adaptación a condiciones ambientales, alta producción y múltiples usos (Guamán Guamán et al. 2020). Se cultiva prácticamente en todo el mundo, fueron Estados Unidos, China y Brasil los tres principales productores, con un aproximado de 563 de los 717 millones de toneladas métricas para 2014. Formó parte del 94% de los cereales más consumidos (trigo, maíz y arroz), mayormente preferido en África, América Central y México. Es una materia prima básica en la industria para la producción de almidón, aceites, proteínas, bebidas

alcohólicas y hasta combustible (Ranum et al. 2014). En 2021, Estados Unidos tuvo un aumento de 7% en la producción de este grano, respecto al 2020 (Barrett 2022).

La calidad nutritiva del maíz se define por sus proteínas y aminoácidos esenciales, así como, por su riqueza en vitaminas A, B, E, minerales como cobre, hierro, magnesio y otros. El grano tradicional contiene entre 70 y 75% de carbohidratos, 8 y 10% de proteínas, 4 - 5% de aceite. Con el objetivo de incrementar la calidad nutricional del grano de maíz y mejorar el aprovechamiento de sus nutrientes como aumentar la disponibilidad de las proteínas y calcio se lleva a cabo el proceso de nixtamalización (Laura Roque et al. 2016). La nixtamalización consiste en una cocción termoalcalina del grano de maíz con agua y cal, los granos son molidos para obtener masa o se deshidratan para la obtención de harinas instantáneas (Galindo Olguín et al. 2021).

El maíz forma parte de los productos libres de gluten. Estos han aumentado en demanda y se estima que el mercado global de productos sin gluten fue de 5,600 millones de USD en 2020 y se proyecta alcance hasta 8300 millones para 2025, esto se ve impulsado no solo por las personas no tolerantes al gluten o alérgicos al trigo, sino también por el cambio de la población hacia una dieta más saludable (PROCOMER 2021).

Con la visión hacia la creación de productos que aporten a los requerimientos nutricionales y que sean accesibles para toda la población, el propósito en este estudio fue desarrollar un snack tipo nacho horneado, a partir de pasta de guandú y harina de maíz nixtamalizado.

Los objetivos para el desarrollo de esta investigación fueron determinar la formulación de snack con mayor aceptación sensorial, evaluar el efecto de la adición de pasta de guandú en la textura del snack y determinar el aporte proteico de la formulación de snack más aceptada sensorialmente.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

El desarrollo y estudio de los tratamientos se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Agroindustria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Los tratamientos fueron elaborados en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), los parámetros físicos y químicos se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ) y los análisis sensoriales fueron llevados a cabo en el Centro Smith Falck.

Materiales

La materia prima utilizada fue guandú variedad enana, harina de maíz blanco nixtamalizado MASECA, sal de mar-yodada, agua, bolsas de polipropileno (Ziploc), platos y vasos plásticos.

Equipos

Los equipos utilizados fueron Instant Pot Duo Plus 6 Qt, 9 in 1, Olla de presión multiuso programable, procesador de alimentos HOBART modelo FP41, balanza analítica OHAUS RANGER 3000, tortillera, horno Turbolino Blodgett, texturómetro Brookfield CT3, Digestor FOSS Tecator 20 Destilador FOSS Kjelttec 8200

Fases de la Investigación

El proyecto se desarrolló en tres fases: 1. Elaboración y análisis de la pasta de guandú, 2. Elaboración de snack y análisis sensorial, Y 3. Análisis fisicoquímicos del tratamiento de mayor aceptación.

Fase 1. Elaboración y Análisis microbiológico de la Pasta de Guandú

Elaboración de la Pasta de Guandú.

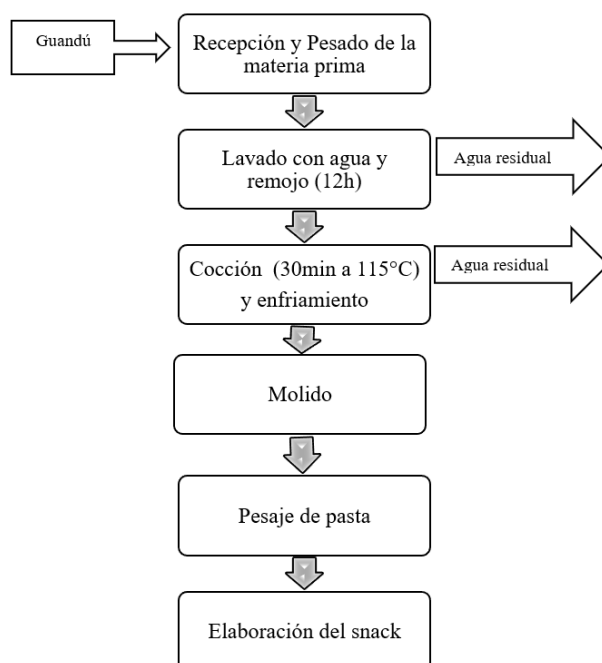
La elaboración de la pasta de guandú se basó en el estudio realizado por González Teo (2018), sobre elaboración de pastas a base de harina de frijoles.

La pasta fue obtenida a partir de granos de guandú en empaques de 0.45 kg se tuvo el cuidado de que no presentaran materias extrañas ni ruptura del empaque, fueron adquiridos en establecimientos comerciales de la Ciudad de Panamá.

El procesamiento de estos granos consistió en el lavado con agua potable, remojo (20 °C, proporción guandú/agua de 1:2.5) durante 12 horas a temperatura ambiente. Fueron sometidos a cocción en una olla de presión Instant Pot a temperatura entre 115 y 118 °C por 30 minutos hasta obtener los granos suaves, luego fueron molidos en el procesador de alimentos para obtener una pasta homogénea (Figura 1).

Figura 1

Flujo de proceso para la elaboración de la pasta de guandú.



Nota. Basado en González Teo (2018) y García Ramos (2019), ajustado por el autor.

Análisis Microbiológico.

Se realizó un análisis microbiológico de la pasta de guandú con el fin de garantizar la inocuidad de esta al momento de la elaboración del producto. Dado que no se encontró un grupo de alimentos

específico que incluya la pasta de guandú o derivados de este, con información basada en la FAO (1998), ICMSF (2011), RTCA (2018) y RM (2003) N° 615-2003 SA/DM sobre otros productos de leguminosas, se estableció determinar la presencia de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y Coliformes Totales (CT) en la pasta de guandú, con un rango aceptable de 1×10^4 UFC/g para BMA y 1×10^2 UFC/g para CT. Los microorganismos que forman el primer grupo, BMA, incluyen todos los microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a temperaturas entre 20 y 45 °C siendo óptima entre 30 y 40 °C, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos (RENALOA 2014). Los microorganismos que forman el segundo grupo, CT, son heterogéneos (coliformes ambientales y los de origen fecal) e incluye microorganismos indicadores de la familia Enterobacteriaceae y los géneros Escherichia, Enterobacter, Citrobacter y Klebsiella (OPS y OMS)- Bacterias Mesófilas Aerobias. Se realizaron dos diluciones 10^{-1} y 10^{-2} se sembraron las diluciones por el método de vaciado en placa con Agar Cuenta Estándar (ACE). Se utilizó 1 mL de dilución por 15 mL de ACE atemperado a 45 °C en baño maría, posteriormente fueron incubados a 35 °C por 48 horas.

Coliformes Totales.

Se realizaron dos diluciones 10^{-1} y 10^{-2} se sembraron las diluciones por el método de vaciado en placa con Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV). Se utilizó 1 mL de dilución por 20 mL de ABRV (15 mL inicial y cinco para cubrir la primera capa) atemperado a 45 °C en baño maría. Posteriormente, fueron incubados a 35 °C por 24 horas.

Fase 2. Elaboración de Snack y Análisis Sensorial

Pruebas Preliminares.

La FAO (2013), establece que para un ser humano adulto la cantidad de proteína promedio recomendada es 0.66 gramos por kilogramo de peso corporal. Utilizando los valores de proteínas de la Tabla de Composición de Alimentos INCAP (2018) para maíz nixtamalizado y para guandú en grano cocido por porción de 100 gramos los datos reportados por Adepoju et al. (2019), se establecieron

tres formulaciones teóricas para los tratamientos en este estudio. La cantidad de sal utilizada se basó en la cantidad de sal que aporta una porción de 100 gramos de snack (tostaditas de maíz) simples este valor es de 1.02 g. Se realizaron las pruebas preliminares para determinar el tiempo para la cocción de los guandules en la olla de presión hasta obtener el grano suave, la cantidad de agua requerida por porción de 100 gramos de cada uno de los tratamientos durante el amasado, además del tiempo y la temperatura para el horneado de los snacks (nachos).

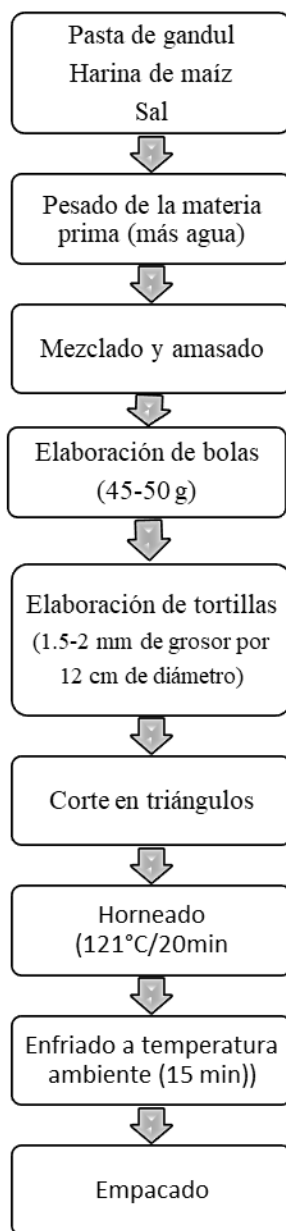
Flujo de Proceso para la Elaboración del Snack.

Una vez obtenida la pasta de guandú se pesó en sus cantidades respectivas de acuerdo con las formulaciones teóricas, se mezclaron y amasaron los ingredientes (pasta de guandú y harina de maíz, agua y sal). La cantidad de agua se fue adecuando mediante el amasado hasta lograr que la masa no se pegara en las manos y a la vez darle forma de tortillas.

Se hicieron bolas con un peso promedio de 45 gramos para obtener una tortilla de 1.5 a 2.5 mm de grosor y 12 cm de diámetro, luego se cortaron en forma de triángulos para hornearlos a 121 °C por 10 minutos por cada lado, finalmente se dejaron enfriar y se empacaron, siguiendo el flujo de proceso de la Figura 2.

Figura 2

Flujo de proceso para la elaboración del snack.



Nota. Basado en Salinas (2017) y García Ramos (2019), ajustado por el autor.

Análisis Sensorial Afectivo.

Se realizó un análisis afectivo a través de una prueba de aceptación donde se evaluaron cuatro tratamientos utilizando una escala hedónica de 7 puntos, siendo 1 “me disgusta mucho, 4 “ni me gusta

ni me disgusta” y 7 “me gusta mucho”. Se tomaron en consideración atributos como apariencia, color, olor, crocancia, sabor, aceptación general, adicionalmente se llevó a cabo una prueba de preferencia por ordenamiento. Las pruebas se aplicaron a un total de 105 panelistas no entrenados a los que se le presentaron las cuatro muestras codificadas.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres tratamientos más un control con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales.

Se realizó una separación de medias con la prueba DUNCAN y un ANDEVA utilizando una significancia de 95% ($P \leq 0.05$).

Se llevó a cabo un análisis de correlación para determinar si existía relación entre los atributos por tratamiento y la aceptación general de los panelistas. Se utilizó el programa “Statistical Analysis Software” (SAS®).

Para el análisis de los resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento se utilizó la prueba no paramétrica de Basker y Kramer (Liria Domínguez 2007). Esta permite identificar un producto preferido entre dos o más por varios panelistas.

Fase 3. Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento de Mayor Aceptación

Estos análisis se realizaron al tratamiento de mayor aceptación (45 gramos sustitución de pasta) en la prueba sensorial y al tratamiento control.

Textura.

Se realizó el análisis de perfil de textura con el texturómetro Brookfield CT3, por el método ASTM E83 para evaluar la dureza del producto (snack, en este caso tipo nacho).

Análisis de Proteínas.

Se evaluó el contenido de Proteína Cruda (PC), por el método AOAC 2001.11. Este método permitió determinar la concentración de nitrógeno con el uso del Digestor FOSS Tecator 20 y la

posterior destilación del amoníaco a través de destilador FOSS Kjeltex 8200 y la titulación con ácido clorhídrico 0.1 N, con lo que se pudo determinar el valor de proteína residual que presenta la muestra ya destilada.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de muestras independientes con dos tratamientos y tres repeticiones para un total de seis unidades experimentales.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante una prueba T de Estudiante, con la que se demostró si existen diferencias significativas entre los dos tratamientos, utilizando una significancia de 95% ($P \leq 0.05$), mediante el programa "Statistical Analysis Software" (SAS®).

Resultados y Discusión

Análisis Microbiológico

Con la información recabada del FAO (1998), ICMSF (2011), RTCA (2018) y RM (2003) N° 615-2003 SA/DM, se llevó a cabo el análisis microbiológico en una repetición para determinar la presencia de Bacterias Mesófilos Aerobias, así como Coliformes Totales en la pasta de guandú para corroborar la eficacia de las medidas de inocuidad durante el proceso de elaboración. Posteriormente, se realizó el conteo de microorganismos (Cuadro 1), en los cuales no se encontró presencia de coliformes totales <math><10\text{ UFC/g}</math>. La presencia de Bacterias Mesófilos Aerobias fue de 80 UFC/g, manteniéndose así, dentro del rango permitido <math><10^4\text{ UFC/g}</math>. Cabe resaltar que se cumplieron estrictamente las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que involucra limpieza y lavado de materiales y equipos, desinfección, así como el uso de equipo personal para obtener un producto seguro para el consumidor.

Cuadro 1

Resultados del análisis microbiológico de la pasta de guandú.

Indicador	Recuentos obtenidos	Valores Límites UFC/g
CT (24h)	<math><10\text{ UFC/g}</math> VE	1×10^2
BMA (48h)	80 UFC/g	1×10^4

Nota. UFC: Unidades Formadoras de Colonias; fuente de valores límites (Norma Sanitaria N° 615-2003); CT: Coliformes Totales; BMA:

Bacterias Mesófilas Aerobias; VE: Valor Estimado.

Pruebas Preliminares

Después de realizadas las pruebas preliminares se determinó 115 - 118 °C y 30 minutos para la cocción del guandú; 121 °C por 20 minutos, 10 minutos por cada lado para el horneado del snack. Además, se estableció de acuerdo con la formulación teórica usar 45, 65 y 85 gramos de pasta de guandú como sustitución por 100 gramos de cada tratamiento sin añadir agua. Luego, para los 100 gramos de cada uno de los tratamientos se utilizaron 100 g de agua para el control, 75 g para el tratamiento 1, 50 g para el tratamiento 2 y 25 g para el Tratamiento 3 (Cuadro 2), esto debido a como se menciona más adelante, se debe a la diferencia de las materias primas y su tamaño de partículas,

las cuales, en el caso de la harina de maíz, obtenía una mayor absorción que al ser este sustituido parcialmente con pasta de guandú.

Cuadro 2

Formulaciones para utilizar en la elaboración del snack.

Ingredientes	Formulaciones (g)			
	Control	T1	T2	T3
Harina de maíz nixtamalizado	98.98	53.65	33.63	13.62
Pasta de guandú	0	45.33	65.35	85.36
Sal	1.02	1.02	1.02	1.02
Total	100	100	100	100.00
peso neto con agua en gramos	200	175	150	125

Nota. Los valores de las formulaciones se expresan en gramos (g); T: Tratamientos; control: 100% harina de maíz nixtamalizado; T1: 45 g

pasta de guandú/54 g harina de maíz; T2: 65 g pasta de guandú/34 g harina de maíz; T3: 85 g pasta de guandú/14 g harina de maíz.

Análisis Sensorial

Apariencia

La apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento lo que la hace parte fundamental en la selección por parte del consumidor (Olalla Chicaiza 2019). En el Cuadro 3 se observa que se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos en el atributo de apariencia. El tratamiento con mejor aceptación en relación con la apariencia fue el control, seguido del tratamiento con 45 g de sustitución de pasta de guandú (T1), el tratamiento con 65 g (T2) y el tratamiento con 85 g (T3), respectivamente. Los Tratamientos 2 y 3 no presentaron diferencias significativas entre ellos y obtuvieron la menor aceptación. Basado en estos resultados, se puede mencionar que, al aumentar la cantidad de pasta de guandú en el snack, se reduce la aceptación por apariencia, esto pudo deberse a que al aumentar el contenido de pasta de guandú el snack se hace más oscuro, característica que se atribuye a la presencia de taninos en los granos, como mencionan Parmar et al. (2017,) la cocción de los granos genera que estos compuestos se polimericen de bajo a alto peso molecular contribuyendo así, al color oscuro de este.

Resultados similares obtuvo Vidaurre (2019), en el estudio sobre el desarrollo de un snack horneado sin gluten con harinas de maíz, quinua y arroz, donde la apariencia mostró diferencias significativas, siendo mejor evaluado el tratamiento con más contenido de arroz que de quinua donde menciona que, en cierto modo la apariencia está influenciada por el color y este segundo ingrediente le proporcionó un color más oscuro obteniendo así, las menores puntuaciones. Por otro lado, Bravo Rodríguez y Ortega Rojas (2017), mencionan que tanto el tamaño de las partículas de la materia prima, como la uniformidad de estas en el producto, juegan un papel importante en la apariencia de un alimento. En este caso, el tamaño de partículas de la harina de maíz era muy fina por lo que diferían de las partículas del guandú. Es importante mencionar que pequeñas modificaciones en la apariencia de los alimentos, regula la conducta alimentaria de la población, por lo que independientemente del tipo de alimento, la variedad en la presentación de la comida afecta su ingesta (Martínez et al. 2009).

Color

El tratamiento control mostró diferencia significativa respecto a los demás en cuanto a color, siendo el mejor aceptado. Los tres tratamientos con sustitución parcial no mostraron diferencias significativas entre ellos. En general, obtuvieron puntuaciones cercanas a 5 “me gusta poco”. Resultados similares presentan Liendo Bastardo y Silva Chávez (2015), en sus tres formulaciones de galletas con harina de maíz y variando el contenido de guandú, no obtuvieron diferencias significativas en la aceptación de este atributo, lo que indicó que la variación del contenido de guandú en la mezcla no afectó la aceptación por color de los panelistas.

Blandón Navarro y Larios López (2019), en su formulación de tortas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol refieren que es posible observar diferencias en color de claro a oscuro entre las formulaciones que contienen y las que no contienen harina de frijol (solo trigo), nuevamente como sugieren Parmar et al. (2017), los cambios de color es debido al contenido de taninos presentes en los granos de guandules.

Cuadro 3

Resultados obtenidos del análisis sensorial de los snacks para los atributos apariencia y color.

Tratamientos	Apariencia	Color
	Media \pm D.E	Media \pm D.E
Control	5.79 \pm 1.12a	5.74 \pm 1.24a
T1	5.05 \pm 1.38b	5.01 \pm 1.29b
T2	4.67 \pm 1.42c	4.75 \pm 1.40b
T3	4.64 \pm 1.44c	4.72 \pm 1.37b
CV (%)	21.84	21.11

Nota. T: Tratamientos; control 100% harina de maíz; T1: 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; T2: 65 g pasta de guandú/34 g harina

de maíz; T3: 85 g pasta de guandú/14 g harina de maíz; a-b Medias con letras minúsculas diferentes (a-c) en la misma columna son

significativamente diferentes ($P \leq 0.05$); Escala hedónica de 7 puntos donde 1: Me disgusta mucho; 4: Ni me gusta/ Ni me disgusta; 7: Me

gusta mucho; C.V: Coeficiente de Variación (%); D.E: Desviación Estándar.

Olor

La adición de hasta 45 g de pasta de guandú no afecta la aceptación por olor, ya que no hubo diferencias significativas entre el control y el Tratamiento 1, estos presentaron una mayor aceptación. Los Tratamientos 3 y 4, tampoco mostraron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, los dos primeros mencionados sí mostraron diferencias en relación con los dos últimos. Esto se relaciona con lo mencionado por Aguilera Gutiérrez (2009), en su tesis doctoral sobre harinas de leguminosas deshidratadas, las alteraciones organolépticas (no agradables) como el olor en algunos alimentos, en muchas ocasiones se debe al aporte de material fibroso que poseen los productos empleados que le confieren olores particulares parecidos al olor a suelo. Sin embargo, se pueden mejorar con la adición de aromas como la vainilla. En el caso de la harina de maíz contiene bajos niveles de fibra de hasta 1.23% según reporta Coral (2014).

En el guandú específicamente no se han identificado los compuestos volátiles que le confieren olor. Sin embargo, este atributo puede estar relacionado con los compuestos de otra leguminosa como *Phaseolus vulgaris* que fueron determinados por Barra et al. (2005), donde indican que las principales familias de los compuestos volátiles de este producto son los alcoholes, terpenoides,

compuestos heterocíclicos, ésteres, aldehídos y compuestos de azufre, entre muchos otros que le confieren las propiedades de olor que lo caracteriza.

Crocancia

El tratamiento control presentó la menor aceptación. Los tratamientos con sustitución de 45 a 85 g de pasta de guandú no mostraron diferencias significativas en la aceptación de la crocancia (Cuadro 4) siendo los que presentaron la mayor aceptación, lo que indica que la sustitución de harina de maíz por pasta de guandú mejora la aceptación en relación con el control. Los atributos de crocancia son descriptores que estudian un complejo de sensaciones que incluye la textura y el sonido, y están relacionadas con las propiedades de fractura de los alimentos (Mostacilla Perdomo y Ordóñez Ordóñez 2019).

El estudio de Liendo Bastardo y Silva Chávez (2015), menciona que, en su evaluación sensorial de textura de galletas elaboradas con harina de guandú y almidón de maíz, la mejor aceptada fue la que menor cantidad de guandú y mayor de almidón de maíz poseía, explicando que una de las razones se debe a que el almidón de maíz cumple la función de disminuir la dureza de un producto y aumentar su flexibilidad, también porque retiene más agua. De la misma manera, el guandú aporta fibra (hasta 10% sin aplicar descascarado) y al aumentar este en la formulación aumenta también la dureza y disminuye la retención de agua.

Comparando las características requeridas para el producto (galletas) y para el de este estudio (nachos) se obtuvo un resultado acorde con el aumento de pasta de guandú y disminución de harina de maíz por cada tratamiento, por lo que a la misma temperatura y tiempo de horneado se hacía más crocante que el control de solo harina de maíz, lo que le fue agradable al paladar de los panelistas.

Cuadro 4

Resultados obtenidos del análisis sensorial de los snacks para los atributos olor y Crocancia.

Tratamientos	Olor	Crocancia
	Media \pm D.E	Media \pm D.E
Control	5.37 \pm 1.09a	3.71 \pm 1.79b
T1	5.37 \pm 1.10a	4.91 \pm 1.89a
T2	5.12 \pm 1.18b	4.98 \pm 1.72a
T3	4.96 \pm 1.16b	5.02 \pm 1.56a
CV (%)	15.30	32.85

Nota. T: Tratamientos; control 100% harina de maíz; T1: 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; T2: 65 g pasta de guandú/34 g harina de maíz; T3: 85 g pasta de guandú/14 g harina de maíz; a-c Medias con letras minúsculas diferentes (a-c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$); Escala hedónica de 7 puntos donde 1: Me disgusta mucho; 4: Ni me gusta/ Ni me disgusta; 7: Me gusta mucho; C.V: Coeficiente de Variación (%); D.E: Desviación Estándar.

Sabor

El parámetro más importante que maximiza la calidad de los alimentos, la competitividad global y que cada vez se le presta más atención es el sabor. Para Weerawatanakorn et al. (2015), este atributo a su vez está influenciado por factores como las reacciones químicas en los alimentos y el sistema de la matriz alimentaria y sus componentes como las proteínas, grasas, carbohidratos, metales de transición, radicales entre otros polímeros presentes en los alimentos que pueden aparecer en el proceso térmico que recibe un producto.

Los tres tratamientos entre sí no presentaron diferencias significativas. Pero, sí mostraron diferencias en relación con el control. En este caso fue el control el menor aceptado. Liendo Bastardo y Silva Chávez (2015), en sus tres formulaciones de galletas, no encontraron diferencias significativas en el atributo sabor. Comparando sus resultados con el de este estudio, se destaca el comportamiento positivo de los panelistas a aceptar sin problemas el sabor del guandú, que, en otras palabras, esta sustitución en el snack de maíz mejoró la aceptación.

Aceptación General

Los tratamientos no muestran diferencias significativas en relación con el control. A pesar de que en algunos atributos los tratamientos hayan presentado diferencias respecto al control, todos fueron bien aceptados por los panelistas. Okpala y Chinyelu (2011), obtuvieron resultados similares en relación de los atributos con la aceptación general de sus galletas que contenían desde 20 hasta 60% de sustitución de harina de guandú en el trigo, por lo que se puede decir que el uso de esta leguminosa puede ayudar a reducir la dependencia del consumo de ciertos alimentos que muchas veces no aportan suficientes nutrientes al cuerpo.

Cuadro 5

Resultados obtenidos del análisis sensorial de los snacks para los atributos sabor y aceptación general.

Tratamientos	Sabor	Aceptación General
	Media \pm D.E	Media \pm D.E
Control	4.78 \pm 1.26b	5.05 \pm 1.18a
T1	5.14 \pm 1.34a	5.20 \pm 1.27a
T2	4.84 \pm 1.39a	5.03 \pm 1.18a
T3	4.93 \pm 1.38a	4.99 \pm 1.13a
CV (%)	21.68	19.43

Nota. T: Tratamientos; control 100% harina de maíz; T1: 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; T2: 65 g pasta de guandú/34 g harina de maíz; T3: 85 g pasta de guandú/14 g harina de maíz; a-b Medias con letras minúsculas diferentes (a-c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$); Escala hedónica de 7 puntos donde 1: Me disgusta mucho; 4: Ni me gusta/ Ni me disgusta; 7: Me gusta mucho; C.V: Coeficiente de Variación (%); D.E: Desviación Estándar.

Análisis de Correlación entre Atributos con Aceptación General

En el cuadro 6 se observa que el atributo que más influyó en la aceptación general de los tratamientos fue el sabor, en el caso de los tres tratamientos se obtuvo una correlación positiva media (entre 0.5 y 0.79). El sabor juega un papel importante en la aceptabilidad de los alimentos. En algunos casos los compuestos volátiles que lo forman se pueden perder por procesos térmicos, por lo que dependiendo de la naturaleza de cada producto se deben mantener controlados factores como la

temperatura y el tiempo, entre otros parámetros durante el procesamiento (Sepúlveda et al. 2011).

En el caso del control, obtuvo mayor coeficiente de correlación de aceptación general con la crocancia seguida del sabor, con una correlación positiva media (Anexo B).

Cuadro 6

Análisis de correlación de los atributos y la aceptación general de los snacks.

	Coeficiente de correlación de Pearson				
	Apariencia	Color	Olor	Crocancia	Sabor
Aceptación General	0.60	0.59	0.58	0.65	0.73
P ≤ 0.05	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Nota. Valor P: Probabilidad P ≤ 0.05 son significativamente diferentes.

Análisis de Preferencia

Prueba de Basker

Se observó que el tratamiento uno (T1) fue el más preferido (Cuadro 7). Basado en la tabla de valores críticos de Basker y Kramer para 100 panelistas y cuatro tratamientos se obtuvo un valor crítico de 46.90. Tomando los valores absolutos mayores a 46.90 en los tratamientos, se observó que T1 es diferente del control y al Tratamiento 3. No es diferente del Tratamiento 2. El Tratamiento 3 fue el menos preferido.

Cuadro 7

Análisis de preferencia de snacks utilizando Prueba de Basker.

Producto	Producto	Control	T1	T2	T3
	Suma de categorías	266	216	245	274
Control	266	0	50	21	-8
T1	216	-50	0	-29	-58
T2	245	-21	29	0	-29
T3	274	8	58	29	0

Nota. T: tratamientos en gramos (g); control: 100% harina de maíz nixtamalizado; T1: 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; T2: 65 g pasta de guandú/34 g harina de maíz; T3: 85 g pasta de guandú/15 g harina de maíz; valor crítico de la tabla de Basker y Kramer 46.90

Análisis Físicoquímicos

Para los análisis físicoquímicos se seleccionó el tratamiento con 45 g de pasta de guandú y 54 g de harina de maíz para hacer una comparación con el control. Esto debido a que, aunque la

aceptación general no presentó diferencias significativas, se consideró la apariencia y olor, que de acuerdo con lo evaluado por los panelistas fue menor la aceptación para estos dos atributos al aumentar la cantidad de pasta de guandú a 65 y 85 g en el snack.

Análisis de Textura

Dureza es la fuerza máxima obtenida durante la primera parte de compresión, imita un primer mordisco, fracturabilidad es el pico inicial de fuerza durante la primera compresión, es el desmoronamiento de un alimento (González et al. 2015). La prueba de dureza y fracturabilidad en el tratamiento control obtuvieron la media menor con respecto al Tratamiento 1 mostrando diferencias estadísticas entre ellas ($P \leq 0.05$).

Fuentes Bedoya y González Hernández (2019), en su estudio sobre la determinación del perfil de textura, sensorial e instrumental del casabe producido en ciénaga de oro, refieren que al tener materias primas diferentes para la formulación de un tratamiento varía el contenido de nutrientes como fibra (7.25%), proteínas (10%) y carbohidratos (27% considerando la fibra) afectando la estructura interna de un producto y por ello, provocan mayor o menor dureza a la vez permanece directamente relacionada con la fracturabilidad.

Shruthi et al. (2019), en su evaluación de textura de alimentos extruidos a base de maíz encontró resultados similares, por ello destaca que tanto la humedad del producto como la temperatura a la que es procesado tendrán un efecto significativo en la dureza y fracturabilidad del alimento. Hace énfasis en que el aumento de la temperatura de procesamiento provoca una disminución de la humedad debido al sobrecalentamiento del agua, la formación de poros de células de aire y la resequedad de la superficie, disminuyendo así la dureza y fracturabilidad en el caso del maíz. Menciona que el agregar contenidos de guandules en la materia prima y disminuir el contenido de maíz aumenta la fracturabilidad de un producto debido a que al añadir proteínas a las harinas ricas en almidón se obtienen productos más duros y menos expandidos, dando como resultado productos

de tipo proteico con mayor valor de dureza y fracturabilidad. En el Cuadro 8 se observan los valores muy distintivos para cada uno de los tratamientos evaluados, por lo que, de acuerdo con lo antes mencionado esto puede deberse al contenido de guandú en el tratamiento.

Hay que destacar las diferencias en la cantidad de agua que se añadió en el proceso de amasado de los tratamientos y la influencia de estos. En el caso del control, fue el que más contenido de agua recibió, en este contexto, Bravo Rodríguez y Ortega Rojas (2017), indican que la granulometría es un factor determinante en el índice de absorción de agua, debido a su tamaño de partículas, cuando más finas son las partículas mayor absorción de agua tendrá la harina. Y en el caso del guandú cocido, como mencionan Adepoju et al. (2019), este aumentó su contenido de agua al momento de la cocción por efectos de dilución con las partes solubles de otros componentes, y, en su evaluación de proteínas para el grano cocido en una olla de presión obtuvo valores entre 8 y 10%. Unido a ello, uno de los procesos que desempeña un papel importante es el horneado donde influye tanto la temperatura del horneado como el tiempo de este, para alcanzar la textura deseable (Ortega y Bravo 2017). Sin embargo, a pesar de que la cantidad de agua añadida en cada tratamiento fue diferente, los resultados de este experimento siguieron patrones mencionados en la literatura sobre la sustitución de harinas de cereales por leguminosas.

Cuadro 8

Análisis de textura.

Tratamientos	Dureza (N)		Fracturabilidad (N)	
	Control	T 45%	Control	TRT 45 g
	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
	36.78 ± 3.94	45.37 ± 0.89	34.43 ± 3.44	45.35 ± 0.90
P ≤ 0.05	0.02		0.006	

Nota. T: tratamientos en gramos (g); control: 100% harina de maíz nixtamalizado; T 45 g pasta de gandul/54 g harina de maíz; D.E:

Desviación Estándar; N: Newton; P: probabilidad, ≤ 0.05 son significativamente diferentes.

Cabe resaltar que, entre otros atributos que incluye el análisis de perfil de textura se encuentran la cohesividad, adhesividad y masticabilidad definidos por González et al. (2015).

La cohesividad indica la tendencia a estar más unido el producto y su menor tendencia a desintegrarse por acción mecánica. En este caso la cohesividad tuvo valores de cero lo que indica que la mayor parte del producto fue roto durante la primera compresión para ambos tratamientos.

La adhesividad representa el trabajo necesario para superar las fuerzas atractivas entre el alimento y la superficie de otros materiales, para separar el émbolo de compresión de la muestra, también es una medida de la pegajosidad. Para este atributo de textura también se obtuvieron valores de cero o muy cercanos a cero sin diferencias significativas, por lo que se puede considerar un factor positivo ya que es una característica no deseable en este producto horneado.

La elasticidad se relaciona con la altura a la que el alimento se recupera entre el final del primer mordisco y el inicio del segundo. Mide cuánta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial. Los valores son cercanos a cero en este caso sin diferencias significativas. Por lo que se considera un alimento no elástico que no se recupera después de la primera compresión. La masticabilidad es la medida de la energía requerida para masticar un sólido y desintegrarlo hasta que se pueda tragar, también este atributo de textura obtuvo valores bajos, lo que indica que luego de la compresión el alimento es más suave (Granados et al. 2014). (Anexo C).

Proteínas

Las proteínas son moléculas de aminoácidos que se encuentran en los alimentos de origen animal como vegetal, componen las estructuras celulares y de los tejidos. Muy necesarias para el crecimiento y desarrollo del cuerpo (FAO 2022b).

En este estudio los resultados del análisis de proteínas arrojaron diferencias estadísticas significativas entre el control y el tratamiento con 45 g pasta de guandú ($P \leq 0.05$). Indicando un aumento de 3% en el contenido de proteínas en el tratamiento 45 g con respecto al control (Cuadro 9). Rangel et al. (2017), obtuvieron resultados similares en cuanto al contenido de proteínas con sustituciones de 50 a 60% de guandú en avena, en una cantidad de 9 a 11% de proteínas, por lo que

indica que a medida que se aumenta la cantidad de guandú en la formulación, así aumenta el contenido de proteínas. Refiere también, que no solo es importante la cantidad de proteínas que tenga un alimento, sino también la calidad. Por lo que, una mezcla entre las leguminosas y los cereales permiten el mejoramiento y el balance aminoacídico.

Las leguminosas son fuentes de proteínas y en combinación con cereales pueden aumentar su contenido proteico. Sin embargo, si no se encuentran en sus condiciones adecuadas o estables, factores como la temperatura, el pH o la fuerza iónica pueden causar la desnaturalización de esta, por ende, generar inactividad e insolubilización (García Pacheco et al. 2019).

Olalekan y Bosede (2010), en su estudio comparativo de la composición química y las propiedades funcionales de tres leguminosas nigerianas entre ellos el guandú, obtuvo valores mayores del 20% en el contenido de proteínas en la harina de guandú seco crudo. Con esto, a pesar de que los nachos sustituidos con pasta de guandú alcanzaron buenos resultados, se esperaba que su contenido de proteínas fuera más alto. Sin embargo, Adepoju et al. (2019), justifican la pérdida de proteínas del guandú aduciendo que esto va a depender de la variedad con la que se esté trabajando, incluyendo su distribución geográfica, además de que el proceso como la cocción da lugar a la reducción significativa del contenido proteico (desnaturalización) en los guandules, aumento del contenido de humedad y con ello la pérdida de la parte proteica soluble de los granos en el agua de la cocción. En este experimento, los tratamientos presentaban distinto contenido de agua, lo que puede ser un indicativo de que el tratamiento sustituido con 45 g mantenga una mayor concentración de nutrientes que el control, sin embargo, estos resultados son similares a los obtenidos por Liendo Bastardo y Silva Chávez (2015), en su elaboración de galletas sustituyendo harina de maíz por harina de guandú donde encontraron valores entre 9.4 a 10.2% de proteínas. Por su parte, en el control se obtuvo un valor intermedio a lo reportado por Coutiño Estrada et al. (2008), en tortillas a partir de harina de maíz nixtamalizado, donde reportaron valores entre 5.6 y 10.2% de proteínas, a su vez indica

que el contenido de proteínas depende del origen, la variedad, el manejo durante la producción entre otros.

Cuadro 9

Análisis de proteínas.

Tratamientos	Proteínas	
	Control	T 45%
	Media ± D.E	Media ± D.E
	6.86 ± 0.15	10.12 ± 0.05
P ≤ 0.05	<.0001	

Nota. T: tratamientos en gramos (g); control: 100% harina de maíz nixtamalizado; T 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; D.E:

Desviación Estándar; P: probabilidad, P ≤ 0.05 son significativamente diferentes.

Cálculo Teórico de los Nutrientes en los Tratamientos con Sustitución Parcial de Pasta de Guandú

A cada uno de los tratamientos se le realizó el cálculo teórico del aporte de nutrientes tomando en cuenta su peso final con agua (Anexo D), para obtener 30 gramos (Cuadro 9) tamaño de porción para snacks sugerida por el RTCA de etiquetado nutricional. Basados en de la Tabla de Composición de Alimentos de INCAP (2018), se tomaron los datos de la harina de maíz nixtamalizado sin enriquecer y para la composición nutricional del guandú en grano seco cocido, se utilizó la información publicada por Adepoju et al. (2019), en el estudio del efecto de los métodos de cocción en el tiempo y la retención de nutrientes del guandú (*Cajanus cajan*). Para este cálculo, teóricamente se obtuvieron propiedades como bajo en grasa ya que contiene menos de tres gramos por porción del producto (30 gramos), a la vez el contenido de sodio es bajo, debido a que representa menos de 140 mg por porción (RTCA 2010). Basado en una dieta de 2000 kcal diarias recomendadas por el FDA tanto la energía como los carbohidratos aportan un 3.8% del total de la ingesta diaria por cada 30 gramos. La OMS sugiere que los carbohidratos deberían satisfacer la mayor cantidad de energía, más del 55% de la ingesta diaria, mientras que la sal debe limitarse a menos de cinco gramos por día (OMS 2003).

Cuadro 10

Cálculo teórico de los nutrientes en 30 gramos de los tratamientos.

Aporte teórico				
30 g	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Grasa total (g)	Carbohidratos (g)
Control	54	1.30	0.50	11.40
T1	58	1.50	0.46	9.20
T2	66	1.90	0.46	8.80
T3	77	2.30	0.45	8.20

Nota. g: gramos; T: tratamientos; control: 100% harina de maíz nixtamalizado; T1: 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; T2: 65 g pasta de guandú/34 g harina de maíz; T3: 85 g pasta de guandú/15 g harina de maíz, basado en 100 gramos tomando en cuenta la cantidad de agua. No aporta.

Al comparar el aporte de proteínas obtenido teóricamente en este estudio para una porción de 100 gramos (5.2 g) con el valor de proteínas obtenido en el análisis de proteínas real en el snack tipo nacho sustituido con 45 gramos (T1) (10.12 g, (Cuadro 11) puede observar que este alcanzó 4.9 gramos más de proteína que el análisis teórico. La diferencia en los aportes de proteína puede deberse a como menciona Rios Chaparro (2016), las variaciones existentes en los valores nutricionales de los granos dependen de la variedad, la madurez, las condiciones de producción, entre otros parámetros. La porción sugerida en este caso es de 30 gramos considerada una porción adecuada para el consumo por tiempo de comida (RTCA 2010). Sin embargo, al mantener este tamaño de porción, baja el contenido de proteínas (tres gramos por porción utilizando el valor real de proteínas del tratamiento evaluado).

Cuadro 11

Cálculo teórico y aporte real de proteínas del snack (Tratamiento 1).

Proteínas (g)		
Ingrediente	Aporte teórico (T1)	Aporte real (T1)
100 gramos	5.21	10.12
30 gramos	1.60	3.00

Nota. g: gramos; T1: tratamiento 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz No calculado por ingrediente.

Como se mencionó antes, en este estudio a pesar de que se obtuvo valores favorables en cuanto al contenido de proteínas y los parámetros tanto sensoriales como fisicoquímicos mostraron

resultados positivos en el tratamiento sustituido parcialmente con 45 gramos de pasta de guandú respecto al control, hay que destacar la presencia de otros nutrientes presentes en la materia prima como las fibras por ejemplo, además, considerar la variabilidad en el contenido de agua en las formulaciones, por lo que se añade al espacio de recomendaciones una modificación en este caso, para así considerar una mejor comparación entre tratamientos y el control.

Costos de Formulación de los Tratamientos

Se realizó la descripción de costos para elaborar la formulación del tratamiento control y el tratamiento con 45 g de sustitución de pasta de guandú (T 45 g). Basado en 500 gramos de materia prima, para obtener 40 unidades de nachos, el tratamiento T 45 g obtuvo un costo más bajo que el control USD 0.96 y 1.16 respectivamente. Este segundo más que todo va ligado con el hecho de que es harina de maíz nixtamalizado cuyo costo por libra es superior al de la libra de guandú en grano seco (Cuadro 11).

Cuadro 12

Costos de formulación en Lempiras y dólares para elaborar 500 gramos del tratamiento control y el Tratamiento 1.

Ingrediente	Análisis de costos para 500 gramos de mezcla			
	Control		T 45%	
	HNL	USD	HNL	USD
Harina de maíz nixtamalizado	28.24	1.15	15.96	0.65
Pasta de guandú	0	0	7.37	0.3
Sal	0.25	0.01	0.25	0.01
Agua	0	0	0	0
Total	28.49	1.16	23.58	0.96

Nota. T: tratamiento; control: 100% harina de maíz nixtamalizado; T 45 g pasta de guandú/54 g harina de maíz; HNL: Lempiras; USD: dólar

estadounidense; Tasa de cambio mayo 2022, USD 1.00 = HNL 24.56

Conclusiones

Todos los tratamientos presentaron igual aceptación general, mientras que en el orden de preferencia fue el tratamiento con 45 g de pasta el más preferido.

En la textura la sustitución con 45 g pasta de guandú incrementó la dureza y fracturabilidad del snack.

Al sustituir con 45 g de pasta de guandú a la harina de maíz nixtamalizado en el snack se obtiene un aumento en el valor de proteínas con respecto al control. Esto indica que a medida aumenta el contenido de guandú, aumenta este nutriente.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios con otros alimentos para determinar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales que adquieren, a su vez utilizar otros ingredientes naturales para mejorar el olor de los snacks.

Adecuar la formulación de manera que se mantenga un nivel estándar de agua para todos los tratamientos y de este modo llevar a cabo un análisis proximal completo para determinar el aporte de otros nutrientes como grasas, carbohidratos, fibra, minerales y cenizas para conocer la calidad nutricional del producto.

Realizar un análisis de costos y/o estudio de mercado para determinar aspectos como la rentabilidad y demanda por parte de la población.

Referencias

- Adepoju OT, Dudulewa B, Bamigboye A. 2019. Effect of cooking methods on time and nutrient retention of pigeon pea (*Cajanus cajan*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 19(3):14708–14725. doi:10.18697/ajfand.85.17665.
- Aguilera Gutiérrez Y. 2009. Harina de leguminosas deshidratadas: caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/4180/28400_aguilera_gutierrez_yolanda.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos. RTCA. <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/wp-content/uploads/sites/7/2019/03/ANEXO-RES-402-2018-RTCA-67045017-Criterios-Microbiologicos.pdf> (2018).
- Barboza Tucto MJ. 2013. Efecto de diferentes niveles de harina extrusada de frejol de palo (*Cajanus cajan*). En la dieta de pollos de carne en las fases de crecimiento y acabado. [Tesis]. Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. 74 p; [consultado el 22 de may. de 2022]. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/808/TZT-580.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Barra A, Baldovini N, Loiseau M, Albino L, Lesecq C, Cuvelier L. 2005. Chemical analysis of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by headspace solid phase microextraction (HS-SPME) and simultaneous distillation/extraction (SDE). *Food Chemistry*. 101(3):1279–1284. doi:10.1016/j.foodchem.2005.12.027.
- Barrett J. 2022. Corn and soybean production up in 2021, USDA Reports, Corn and soybean stocks up from year earlier, Winter Wheat Seedings up for 2022. Washington: USDA; [actualizado el 12 de ene. de 2022]. <https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2022/01-12-2022.php>.
- Blandón Navarro SL, Larios López XJ. 2019. Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol *Phaseolus vulgaris* L. en la formulación de tortas. *Revista de Ciencia y Tecnología El Higo*; [consultado el 4 de dic. de 2019]. 9(1):35–44. <https://www.lamjol.info/index.php/elhigo/article/view/8995>. doi:10.5377/elhigo.v9i1.8995.
- Bravo Rodríguez EN, Ortega Rojas JF. 2017. Efecto de la granulometría y formulación en la calidad de un snack extruido a base de arroz (*Oryza sativa* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y torta desgrasada de chía (*Salvia hispanica* L.) [Tesis]. Nuevo Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa; [consultado el 13 de jun. de 2017]. <https://core.ac.uk/download/pdf/225485683.pdf>.
- Cáceres Aguilar AM, Orozco Domínguez GV, Hernández Santana A, Espinal Mejía JR, Lanza Aguilar SB. 2021. Contenido nutricional de comidas rápidas a partir de tablas de composición de alimentos del INCAP. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*; [consultado el 30 de abr. de 2021]. 10(1):1–7. <https://www.camjol.info/index.php/INNOVARE/article/view/11406/13225>. doi:10.5377/innovare.v10i1.11406.
- Castillo Gómez C, Narváez Solarte W, Hahn-von-Hessberg C. 2016. Agromorfología y usos del *Cajanus cajan* L. Millsp. (Fabaceae). *Boletín Científico Museo de Historia Natural*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 20(1):52–62. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v20n1/v20n1a05.pdf>.

- Coral V. 2014. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria blanca y chocho [Tesis]. Ecuador: Universidad Pontificia Católica del Ecuador. 138 p. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8924>.
- Cornejo L, Gaido A, López C. 2016. Snack a base de harina de amaranto con el agregado de spirulina, libre de gluten, valoración nutricional y sensorial [Tesis]. Córdoba- Argentina: Escuela de Nutrición de la Facultad de Ciencias Médicas. 90 p; [consultado el 22 de may. de 2022]. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4719/tesis%20SNACK%20AMARANTO%20y%20SPIRULINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Coutiño Estrada B, Vásquez Carrillo G, Torres Morales B, Salinas Moreno Y. 2008. Calidad de grano, tortillas y botanas de dos variedades de maíz de la raza Comiteco. *Fitotecnia*. 31(3):9–14. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/1065/1001>.
- De los Reyes A. 2018. Consumo de snacks en América Latina: tendencias, dificultades y oportunidades. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado 2018; consultado el 22 de may. de 2022]. 71 p. https://snacintl.org/wp-content/uploads/2019/08/SNAXPO_2018_Euromonitor_De_Los_Reyes_PDF-1.pdf.
- Espinal Jacobo JJ. 2016. Estudio de Mercado de las Leguminosas en la Provincia de San Juan: Síntesis de la Situación Actual y Estructura de la Cadena de Valor de las Leguminosas. Santo Domingo, República Dominicana: Ministerio de Agricultura, Rep. Dominicana; [actualizado 08/2016]. <https://agricultura.gob.do/wp-content/uploads/2018/10/leguminosa-Informe-Final-pdf-ESTUDIO-LEGUMINOSAS-PROV.-SAN-JUAN.-VF-9-09-2016.pdf>.
- Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humanos para la población a partir de los tres años de edad. RTCA. <http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/Reglamento-Etiquetado-Nutricional-de-Productos-Alimenticios-Preenvasados-RTCA-60.pdf> (2010).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1998. Development and use of microbiological criteria for foods. *Food Science and Technology Today* (United Kingdom). 11(3):137–177. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB1997029306>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. *FAO Food and Nutrition Paper*. <https://www.fao.org/3/i3124e/i3124e.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Ciudad de Panamá: [sin editorial]. 292 p. ISBN: 978-92-5-131129-5; [consultado el 22 de may. de 2022]. <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022a. Informe sobre la seguridad alimentaria y nutricional de América Latina y el Caribe. Departamentos y oficinas de la FAO: FAO. <https://www.fao.org/americas/publicaciones-audio-video/panorama/2020/es/>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022b. Nutrición: Proteínas. Sede de la FAO: FAO. <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>.

- Fuentes Bedoya EA, González Hernández JP. 2019. Determinación del perfil de textura, sensorial e instrumental del casabe producido en Ciénaga de Oro [Tesis]. Argentina: Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4281/Fuentes%20Bedoya%20Eliana%20Andrea-%20Gonz%C3%A1lez%20Hern%C3%A1ndez%20Joana%20Paola%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Galindo Olguín CN, Cruz Cansino N, Ramírez Moreno E, Ariza Ortega JA, Camacho Bernal GI, Cervantes Elizarrarás A. 2021. El maíz y la nixtamalización: modificación de sus componentes, técnicas de proceso y enriquecimiento de tortilla. *Educación y Salud*; [consultado el 23 de may. de 2022]. 10(19):205–213. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/7236/8431>.
- García M, Giono M, González J. 2020. Estudio de la producción de guandú y su efecto en la elaboración de enlatados en el corregimiento de Penonomé. *Revista Científica Guacamaya*, Universidad de Panamá; [consultado el 5 de mar. de 2022]. 4(2). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/212/2121028008/>.
- García Pacheco Y, Cabrera Mercado D, Ballestas Santos JA, Campo Arrieta MJ. 2019. Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades tecfuncionales de la harina de frijol blanco (*Phaseolus lunatus L.*) y la determinación de su potencial uso agroalimentario. *INGE CUC*. 15(2):132–142.
- García Ramos EF. 2019. Elaboración de galletas a a base de harina de trigo integral y frijol Honduras Nutritivo [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorao. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6563/1/AGI-2019-T027.pdf>.
- Gasca F. 10 de nov. de 2020. Colaciones de una alimentación saludable. amhigo, nutrición y ejercicio. <https://amhigo.com/actualidades/ultimas-noticias/120-nutricion-e-higado/1189-colaciones-de-una-alimentacion-saludable>.
- González A, Alvis A, Arrázola G. 2015. Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas Lam*) Fritos por Inmersión. Parte 1: Textura. *La Serena*. 26(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000100011>.
- González Teo YE. 2018. Desarrollo de pastas alimenticias tipo caracol a base de harina de maíz (*Zea mays*) y de frijol Honduras Nutritivo (*Phaseolus vulgaris*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6244/1/AGI-2018-T027.pdf>.
- Granados C, Acevedo D, Cabeza A, Lozano A. 2014. Análisis de Perfil de Textura en Plátanos Pelipita, Hartón y Topocho. *Información tecnológica*. 25(5):35–40. doi:10.4067/S0718-07642014000500006.
- Guamán Guamán RN, Desiderio Vera TX, Villavicencio Abril ÁF, Ulloa Cortázar SM, Romero Salguero EJ. 2020. Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) utilizando cuatro híbridos. in *Siembra*. 7(2):47–56. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2929>. doi:10.29166/siembra.v7i2.2196.

- [ICMSF] International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 2011. *Microorganisms in Foods: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London: Springer Science+Business Media. ISBN: 978-1-4419-9373-1; 978-1-4419-9374-8.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 2018. *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (TCA)*. 3ª ed. [sin lugar]: [sin editorial]. ISBN: 978-9929-701-17-5.
- Jiménez A. 2014. Determinación de descriptores sensoriales para un producto untable a base de frijol gandul (*Cajanus cajan*) mediante dos mini grupos focales. *UNED Research Journal*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 5(2):307-317. <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515651977021.pdf>.
- Laura Roque M, Arámbula Villa G, López Espíndula M, Ortiz Laurel H, Carballo Carballo A, Herrera Corredor A. 2016. Nixtamalización de cinco variedades de maíz con diferente dureza de grano: impacto en consumo de combustible y cambios fisicoquímicos. *Agrociencia*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 50(6):727-745. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000600727.
- Liendo Bastardo MC, Silva Chávez MV. 2015. Producto tipo galleta elaborado con mezcla de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan L.*) y almidón de maíz (*Zea mays L.*). *Saber*; [consultado Enero 2015]. 27(1):78-86. <http://ve.scielo.org/pdf/saber/v27n1/art10.pdf>.
- Liria Domínguez MR. 2007. *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. Lima, Perú: Instituto de Investigación Nutricional; [actualizado el 8 de feb. de 2008]. <https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>.
- Martínez AG, López Espinoza A, Franco Paredes K, Díaz F, Aguilera V. 2009. Variedad y apariencia de los alimentos modifican la conducta alimentaria. *Diversitas: Perspectivas en psicología*. 5(2):391-397. <https://www.redalyc.org/pdf/679/67916260013.pdf>.
- [MIDA] Ministerio de Desarrollo Agropecuario. 2020. Cierre agrícola año 2019-2020. Veraguas-Panamá: [sin editorial]. https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/03/cierre_agricola-2020.pdf?csrt=911009857566711802.
- Miquilena E, Higuera Moros A. 2012. Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. *UDO Agrícola*; [consultado el 22 de may. de 2022.535Z]. 12(3):730-740. <https://1library.co/document/y869ekrq-evaluaci%C3%B3n-contenido-amino%C3%A1cidos-unguiculata-alimentaci%C3%B3n-evaluation-unguiculata-alternative.html>.
- Mostacilla Perdomo SA, Ordóñez Ordóñez AL. 2019. Evaluación de los parámetros de textura en un snack a partir de una mezcla de cereales desarrollado en la Empresa Secalco S.A.S [Tesis]. Popayán: Universidad de Cauca. 99 p. <http://repositorio.unicauca.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/1466/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LOS%20PAR%C3%81METROS%20DE%20TEXTURA%20EN%20UN%20SNACK%20A%20PARTIR%20DE%20UNA%20MEZCLA%20DE%20CEREALES%20DESARROLLAD%20EN%20LA%20EMPRESA%20SEGALCO%20S.A.S.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, RM N° 615-2003 SA/DM. RM N° 615-2003 SA/DM. http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf (2003).
- Okpala L, Chinyelu V. 2011. Physicochemical, nutritional and organoleptic evaluation of cookies from pigeon pea (*Cajanus cajan*) and cocoyam (*Xanthosoma sp*) flour blends. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 11(6). <https://www.ajfand.net/Volume11/No6/Okpala10000.pdf>. doi:10.18697/ajfand.47.10000.
- Olalekan AJ, Bosede BF. 2010. Comparative Study on Chemical Composition and Functional Properties of Three Nigerian Legumes (*Jack beans, Pigeon pea and Cowpea*). *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences*. 1(1):89–95. <https://oer.unimed.edu.ng/JOURNALS/5/3/Dr-Arawande-Comparative-Study-on-Chemical-Composition-and-Functional-Properties-of-Three-Nigerian-LeOER9427968.pdf>.
- Olalla Chicaiza WA. 2019. Desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados [Tesis]. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. 91 p. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30179/1/AL%20711.pdf>.
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2003. La OMS y la FAO publican un informe de expertos independientes sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Ginebra, Roma: OMS; [actualizado el 3 de mar. de 2003]. <https://apps.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr20/es/index.html>.
- [OPS] Organización Panamericana de la Salud, [OMS] Organización Mundial de la Salud. [consultado el 15 de may. de 2022]. Peligros biológicos: Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario - HACCP. Sede de la OPS: OPS, OMS. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es.
- [OPS] Organización Panamericana de la Salud, [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2015. Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. Washington, DC: [sin editorial]. 76 p. ISBN: ISBN 978-92-75-31864-5; [consultado el 22 de may. de 2022]. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7698/9789275318645_esp.pdf.
- [OPS] Organización Panamericana de la Salud, [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2019. Alimentos ultraprocesados ganan más espacio en la mesa de las familias latinoamericanas. Washington, DC.: [sin editorial]; [actualizado el 23 de oct. de 2019]. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15530:ultra-processed-foods-gain-ground-among-latin-american-and-caribbean-families&Itemid=1926&lang=es.
- Parmar N, Singh N, Kaur A, Thakur S. 2017. Comparison of color, anti-nutritional factors, minerals, phenolic profile and protein digestibility between hard-to-cook and easy-to-cook grains from different kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions. *Journal of Food Science Technology*. 54(4):1023–1034. doi:10.1007/s13197-017-2538-3.

- Pimentel A, Rodríguez D, Loo E, Obyrne E, Samacatti K. 2018. Reporte de Gira Fabrica Los Santos Nestlé Centro America. Panamá: Nestlé. https://www.academia.edu/37277322/Reporte_de_Gira_Fabrica_Los_Santos_Nestl%C3%A9_Centro_America.
- Pries A, Rehman A, Filteau S, Sharma N, Upadhyay A, Ferguson E. 2019. Unhealthy Snack Food and Beverage Consumption Is Associated with Lower Dietary Adequacy and Length-for-Age z-Scores among 12-23-Month-Olds in Kathmandu Valley, Nepal. *J Nutr*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 149:1–9. eng. <https://archnutrition.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/08/Journal-of-Nutrition-Pries-et-al-2019.pdf>. doi:10.1093/jn/nxz140.
- [PROCOMER] La Promotora de Comercio Exterior. 2021. Mercado de productos libres de gluten alcanzará 8.300 millones de UDS para 2025. Costa Rica: [sin editorial]; [actualizado el 21 de jun. de 2022]. https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/mercado-de-productos-libres-de-gluten-alcanzara-8-300-millones-de-usd-para-2025/.
- Rangel L, Arellano L, Cisneros J, Barrios S, Barboza Y, Benítez B, Ávila A. 2017. Formulación y evaluación de una galleta elaborada con harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) y avena. 9(2):12–19. https://www.revdiabetes.com/images/revistas/2017/revdia1_2017/3formulacion.pdf.
- Ranum P, Peña Rosas JP, García Casal MN. 2014. Global maize production, utilization, and consumption. *Ann N Y Acad Sci*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 1312(1):105–112. eng. <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nyas.12396>. doi:10.1111/nyas.12396.
- Rapallo R, Rivera R. 2019. Nuevos patrones alimentarios, más desafíos para los sistemas alimentarios: Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: [sin editorial]; [actualizado 2019; consultado el 22 de may. de 2022]. 25 p. <https://www.fao.org/3/ca5449es/ca5449es.pdf>.
- [RENALOA] Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. 2014. Análisis microbiológico de los alimentos, metodología analítica oficial: Microorganismos Indicadores. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica ANMAT. Córdoba, Argentina: Instituto Nacional de Alimentos; [actualizado 11/2014; consultado el 22 de may. de 2022]. http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf.
- Rios Chaparro E. 2016. Frijol guandul (*Cajanus cajan* L) una alternativa de seguridad alimentaria y otros usos, bases para un plan de fomento en la provincia de Guanenta, Santander [Tesis]. San Gil: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17530/91069454.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Salinas L. 2017. Desarrollo de un snack a base de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (*Phaseolus vulgaris*) y maíz nixtamalizado (*Zea mays*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5978/3/AGI-2017-048.pdf>.
- Sepúlveda M, Quitral V, Schwartz M, Vio F, Zacarías I, Werther K. 2011. Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 61(4):423–428. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2011/4/art-12/>.

- Shruthi V, Hiregoudar h, Nidoni U. 2019. Evaluation of textural properties of corn based extruded products. *Plant Archives*. 19(2):2405–2410. [http://plantarchives.org/19-2/2405-2410%20\(5310\).pdf](http://plantarchives.org/19-2/2405-2410%20(5310).pdf).
- Vidaurre AE. 2019. Desarrollo de un snack horneado sin gluten con harinas de maíz, quinoa y arroz [Tesis]. España: Universidad Pública de Navarra. 62 p. https://hdl.handle.net/2454/32228_TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Weerawatanakorn M, Ching Wu J, Hsiung Pan M, Tang Ho C. 2015. Reactivity and stability of selected flavor compounds. *Journal of Food and Drug Analysis*. 23(2):176–190. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949815000277>. doi:10.1016/j.jfda.2015.02.001.

Anexos**Anexo A***Formulaciones en porcentajes*

Ingredientes	Tratamientos			
	Control	T1	T2	T3
Harina de maíz nixtamalizado	49	30.7	22.4	10.9
Pasta de guandú	0	25.9	43.6	68.3
Sal	0.51	0.58	0.68	0.82
Agua	50	42.9	33.3	20
Total	100	100	100	100

Anexo B

Correlación de Pearson

Correlación entre aceptación general y atributos por tratamientos				
Aceptación General	Coeficiente de correlación de Pearson			
	T1	T2	T3	Control
Apariencia	0.67	0.66	0.64	0.44
Color	0.67	0.63	0.65	0.41
Olor	0.58	0.66	0.62	0.45
Crocancia	0.69	0.65	0.64	0.6
Sabor	0.79	0.78	0.79	0.57

P < 0001

Anexo C

Análisis de textura

Tratamientos	Textura							
	Adhesividad		Elasticidad		Firmeza		Masticabilidad	
	Control	T1	Control	T1	Control	T1	Control	T1
Media	0.02	0.04	0.27	0.24	0.09	0.04	0.02	0.02
$P \leq 0.05$	0.04		0.4		0.2		0.8	

Anexo D*Cálculo del aporte teórico de los tratamientos*

Aporte teórico				
100 g	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Grasa total (g)	Carbohidratos (g)
Control	180	4.2	1.8	37.9
T1	194	5.2	1.6	30.6
T2	221	6.3	1.5	29.2
T3	259	7.8	1.5	27.2

Anexo E

Boleta de evaluación sensorial

Evaluación sensorial de snack con gandul

Nacionalidad:

Fecha:

Edad:

Sexo: F M

Instrucciones: Tiene frente a usted 4 muestras de snack hechos de pasta de gandul y harina de maiz, junto a un vaso con agua. Antes y después de tomar cada muestra limpie su paladar tomando un sorbo de agua. Deguste las muestras de izquierda a derecha, evaluando cada atributo de acuerdo con su nivel de agrado utilizando la puntuación de la escala hedónica del siguiente cuadro:

Característica	Puntuación
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta	3
Ni me gusta ni disgusta	4
Me gusta poco	5
Me gusta moderadamente	6
Me gusta mucho	7

Código de la Muestra	Apariencia	Color	Olor	Crocancia	Sabor	Aceptación general

Observaciones:

De acuerdo con su nivel de preferencia, ordene en el siguiente cuadro las muestras de mayor a menor. Siendo 1 la más preferida y 4 la menos preferida.

Nivel de preferencia	Código de la Muestra
1	
2	
3	
4	

Comentarios:

¡Muchas gracias por su apoyo!

Anexo F*Aporte de sodio de los tratamientos*

Tratamientos	g sodio/g sal	g sodio	mg sodio/100g nachos	mg sodio/30g nachos
Control	0.4	0.204	204	61.2
T1	0.4	0.232	232	69.6
T2	0.4	0.272	272	81.6
T3	0.4	0.328	328	98.4