



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN DE UN SNACK DE HARINA DE MAÍZ
MORADO NIXTAMALIZADO CON ADICIÓN DE HARINA DE
QUINUA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: DANIEL AGUSTÍN NAIGUA CHUTO

DIRECTORA: BQF. MARÍA VERÓNICA GONZÁLEZ CABRERA. Mg.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Daniel Agustín Naigua Chuto

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Daniel Agustín Naigua Chuto, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de agosto de 2023

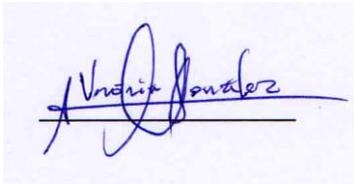


Daniel Agustín Naigua Chuto

0605807932

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE UN SNACK DE HARINA DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON ADICIÓN DE HARINA DE QUINUA**”, realizado por el señor: **DANIEL AGUSTÍN NAIGUA CHUTO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Bqf. López Sampedro Sandra Elizabeth. Mg. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-08-22
Bqf. María Verónica González Cabrera. Mg. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-08-22
Ing. Iván Patricio Salgado Tello. MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-08-22

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser mi guía constante y fuerza inquebrantable. A mi madre María Manuela quién durante todo el proceso de mi formación académica me ha acompañado con su amor incondicional, sus consejos, y su ejemplo de trabajo arduo, que me ha enseñado el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia y que gracias a su sacrificio, apoyo y fe inquebrantable ha permitido que yo pueda perseguir mis sueños. A mis hermanos Víctor, Carina, David, Vanessa, María Mercedes, María José y Alfredo que es como un hermano para mí, me permito dedicarles este trabajo a ustedes que han sido ejemplo, guía y sustento en todo este camino académico. Especialmente se lo dedico a mi hermana Carina que a pesar de que no estés ahora conmigo, llevo en mi el amor que tuvimos como hermanos, por lo que en cada paso que dé, permanecerás eternamente en mi corazón, por eso en cada página, idea y palabra escrita en este trabajo tú estás presente. A mis abuelos, tíos y sobrinos por el cariño y felicidad que me han regalado día a día. Finalmente, a mis amigos y amigas con los que he compartido durante la carrera, tiempo en el cual hemos disfrutado muchos momentos felices, y que cuando he pasado por instantes difíciles siempre han estado ahí para mí.

Daniel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, a mi madre y hermanos por el apoyo constante que me han brindado para que yo pueda convertirme en un profesional. Quiero expresar mi gratitud a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo especialmente a la Carrera de Agroindustria, por brindarme enseñanzas y contribuir a mi formación profesional, a través de los docentes que conforman la carrera. Quiero hacer especial mención y agradecer a mi directora de tesis, la Bqf. María Verónica González Cabrera y a mi asesor el Ing. Iván Patricio Salgado Tello quienes han sido mi guía y me han brindado valiosos consejos, quiero agradecerles por la dedicación y paciencia que han puesto en mí durante el trabajo de titulación, permitiéndome así culminar exitosamente mis estudios.

Daniel

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY / ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivo Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
2.1. Maíz morado (<i>Zea mays L</i>).....	6
2.1.1. <i>Generalidades</i>	6
2.1.2. <i>El Maíz morado en el Ecuador</i>	6
2.1.3. <i>Composición Nutricional</i>	7
2.1.3.1. <i>Carbohidratos</i>	7
2.1.3.2. <i>Proteínas</i>	7
2.1.3.3. <i>Lípidos</i>	7

2.1.3.4.	<i>Fibra</i>	7
2.1.3.5.	<i>Vitaminas</i>	8
2.1.3.6.	<i>Minerales</i>	8
2.1.4.	<i>Antocianinas en el maíz morado</i>	9
2.1.4.1.	<i>Propiedades Funcionales de las Antocianinas</i>	9
2.2.	Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	10
2.2.1.	<i>Generalidades</i>	10
2.2.2.	<i>Composición Nutricional</i>	10
2.2.2.1.	<i>Carbohidratos</i>	10
2.2.2.2.	<i>Proteínas</i>	11
2.2.2.3.	<i>Lípidos</i>	11
2.2.2.4.	<i>Minerales</i>	11
2.2.2.5.	<i>Fibra</i>	11
2.2.3.	<i>Beneficios de la quinoa</i>	12
2.3.	Snack	13
2.3.1.	<i>Generalidades</i>	13
2.3.2.	<i>Características de los snacks</i>	13
2.3.3.	<i>Clasificación de los snacks</i>	14
2.3.4.	<i>Ingredientes e insumos de los snacks</i>	15
2.4.	Nixtamalización	16
2.4.1.	<i>Generalidades</i>	16
2.4.2.	<i>Procesos de la nixtamalización</i>	17
2.4.2.1.	<i>Tratamiento con ceniza</i>	17
2.4.2.2.	<i>Nixtamalización con cal</i>	18
2.4.3.	<i>Proceso de nixtamalización industrial</i>	18
2.4.4.	<i>Cambios físico químicos y nutricionales</i>	18
2.4.4.1.	<i>Cambios físico-químicos</i>	19
2.4.4.2.	<i>Cambio nutricional</i>	19

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.	Localización y duración del experimento	21
3.2.	Unidades experimentales	21
3.3.	Materiales, equipos, insumos y reactivos	21
3.3.1.	<i>Materiales</i>	21
3.3.2.	<i>Equipos</i>	22
3.3.3.	<i>Insumos</i>	22
3.3.4.	<i>Reactivos</i>	22
3.4.	Tratamientos y diseño experimental	23
3.4.1.	<i>Tratamientos</i>	23
3.4.2.	<i>Diseño experimental</i>	23
3.5.	Análisis Estadísticos	23
3.6.	Mediciones experimentales	24
3.7.	Procedimiento experimental	25
3.7.1.	<i>Formulación experimental</i>	25
3.7.2.	<i>Proceso para la elaboración del producto</i>	26
3.8.	Metodología de evaluación	29
3.8.1.	<i>Análisis Físico-Químicos</i>	29
3.8.1.1.	<i>Humedad</i>	29
3.8.1.2.	<i>Cenizas</i>	29
3.8.1.3.	<i>Fibra</i>	30
3.8.1.4.	<i>Grasa</i>	31
3.8.1.5.	<i>Proteína</i>	32
3.8.2.	<i>Análisis microbiológico</i>	33
3.8.3.	<i>Análisis sensorial</i>	35
3.8.4.	<i>Análisis de Costos</i>	35
3.8.4.1.	<i>Costo de producción</i>	35

3.8.4.2.	<i>Beneficio-Costo</i>	35
----------	------------------------------	----

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
4.1.	Análisis fisicoquímicos	36
4.1.1.	<i>Humedad</i>	37
4.1.2.	<i>Cenizas</i>	38
4.1.3.	<i>Fibra</i>	39
4.1.4.	<i>Grasa</i>	40
4.1.5.	<i>Proteína</i>	41
4.2.	Análisis microbiológicos	42
4.3.	Análisis sensorial	43
4.3.1.	<i>Olor</i>	43
4.3.2.	<i>Color</i>	44
4.3.3.	<i>Sabor</i>	44
4.3.4.	<i>Textura</i>	44
4.4.	Análisis de costos	44
4.4.1.	<i>Costos de producción</i>	46
4.4.2.	<i>Indicador Beneficio/Costo</i>	46
	CONCLUSIONES	47
	RECOMENDACIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Composición nutricional de los granos de maíz morado en 100 g	8
Tabla 2-2:	Composición nutricional de los granos de quinua en 100 g	12
Tabla 2-3:	Tipos de snacks de acuerdo a su materia prima.....	14
Tabla 2-4:	Ingredientes básicos de los snacks	15
Tabla 2-5:	Ingredientes alternativos para elaboración de snacks	16
Tabla 3-1:	Esquema del experimento.....	23
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA.....	24
Tabla 3-3:	Formulación para la nixtamalización de 1kg de maíz morado	25
Tabla 3-4:	Formulación experimental para elaboración de snack.....	25
Tabla 3-5:	Condiciones específicas para el análisis microbiológico.....	34
Tabla 3-6:	Estructura escala hedónica de 5 puntos	35
Tabla 4-1:	Resultados análisis físico-químico de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y harina de quinua.....	36
Tabla 4-2:	Resultados análisis microbiológico de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y harina de quinua.....	42
Tabla 4-3:	Resultados análisis sensorial de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua.	43
Tabla 4-4:	Valoración Análisis sensorial	43
Tabla 4-5:	Resultados análisis de costos de la nixtamalización del maíz morado	45
Tabla 4-6:	Análisis de costos de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y harina de quinua	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1: Flujograma de procesos para la elaboración de snacks de maíz morado nixtamalizado con la adición de harina de quinua.....	26
Ilustración 4-1: Análisis del % de humedad de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua	37
Ilustración 4-2: Análisis del % de ceniza de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua.....	38
Ilustración 4-3: Análisis del % de fibra de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua	39
Ilustración 4-4: Análisis del % de grasa de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua	40
Ilustración 4-5: Análisis del % de proteína de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua.....	41

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3-1: Determinación del porcentaje de humedad.....	29
Ecuación 3-2: Determinación del porcentaje de cenizas.....	30
Ecuación 3-3: Determinación del porcentaje de fibra.....	31
Ecuación 3-4: Determinación del porcentaje de grasa.....	32
Ecuación 3-5: Determinación del porcentaje de proteína	33
Ecuación 3-6: Determinación UFC/g.....	34
Ecuación 3-7: Determinación del Beneficio-Costo.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA HUMEDAD DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA.
- ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CENIZAS DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA.
- ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GRASA DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA.
- ANEXO D:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA FIBRA DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA.
- ANEXO E:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PROTEÍNA DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA.
- ANEXO F:** PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO OLOR.
- ANEXO G:** PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO COLOR.
- ANEXO H:** PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO SABOR.
- ANEXO I:** PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO TEXTURA.
- ANEXO J:** FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo elaborar snacks de maíz morado nixtamalizado utilizando diferentes niveles de quinua (15%, 30% y 45%), con el fin de generar un producto de alto valor nutricional, en el cual se estableció formulaciones, procesos y parámetros para la realización de la nixtamalización y los snacks. En la caracterización de los snacks se realizaron análisis fisicoquímicos: humedad, cenizas, fibra, grasa, proteína; pruebas microbiológicas: Mohos, E. coli, Recuento total en placa; análisis sensorial: olor, color, sabor, textura; y análisis de costos: costos de producción y beneficio costo. Se aplicaron cuatro tratamientos experimentales, cada uno con 4 repeticiones que fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, aplicando la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para la separación de medias. Para el análisis de datos se utilizó el Software estadístico Infostat y para el análisis sensorial se aplicó la prueba de Kruskal Wallis. Los resultados de los análisis fisicoquímicos reportaron que el T3 (45 % de harina de quinua) es el que presentó un alto contenido de cenizas y proteína, con 3,04% y 14% respectivamente, el T0 (0% harina de quinua) fue el que obtuvo un mayor contenido de fibra con 13,14 %, mientras que el porcentaje de humedad y grasa no reflejaron diferencias significativas. En los análisis microbiológicos todos los tratamientos cumplieron los requisitos de la norma INEN 2561 referente a bocaditos a partir de productos vegetales. En el análisis sensorial el atributo olor es el único que no presentó diferencias significativas. El análisis de costos indicó que el T0 tuvo un mayor costo de producción \$ 8,32/kg, mientras que el T3 reportó un alto beneficio costo de \$1,43.

Palabras clave: <MAÍZ MORADO>, <NIXTAMALIZACIÓN>, <QUINUA>, <SNACKS>, <ALIMENTO FUNCIONAL>



ABSTRACT

This study aimed at creating nixtamalized purple corn snacks using different levels of quinoa (15%, 30%, and 45%) in order to generate a high nutritional value product. This involved establishing formulations, processes, and parameters for nixtamalization and snack production. The characterization of the snacks included physicochemical analyses: moisture, ash, fiber, fat, and protein; microbiological tests: molds, E. coli, and total plate count; sensory analysis: odor, color, taste, and texture; and cost analysis: production costs and cost benefit. Four experimental treatments were applied, each with four replicates distributed in a completely randomized design. Tukey's test ($p \leq 0.05$) used for mean separation. Infostat statistical software was used for data analysis, and the Kruskal Wallis test was applied for sensory analysis. The results of the physicochemical analyses showed that T3 (45% quinoa flour) had the highest content of ash and protein, with 3.04% and 14%, respectively. T0 (0% quinoa flour) had the highest fiber content at 13.14%, whereas the moisture and fat percentages did not show significant differences. In the microbiological analyses, all treatments met the requirements of the INEN 2561 standard for snacks made from vegetable products. In the sensory analysis, only the odor attribute did not show significant differences. Cost analysis indicated that T0 had a higher production cost of \$8.32/kg, whereas T3 reported a high-cost benefit of \$1.43.

Keywords: <PURPLE CORN>, <NIXTAMALIZATION>, <QUINUA>, <SNACKS>, <FUNCTIONAL FOOD>

1799-DBRA-UPT-2023


Dra. Rocío De Los Ángeles Barragán Murillo.
0602768293

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la tendencia de las personas a consumir alimentos sanos ha incrementado, debido a que mejoran las expectativas de vida. Al respecto, los alimentos funcionales ofrecen beneficios para la salud más allá de la nutrición normal, de acuerdo a los componentes propios de los alimentos. Los alimentos funcionales marcan nuevas inclinaciones en cuanto a producción y desarrollo de alimentos; entre ellos, los que poseen propiedades antioxidantes como son las frutas, cereales, vegetales y alimentos procesados a partir de estos (Cazares, 2018, pp. 1-2).

En la actualidad los snacks o bocaditos son considerados como productos no saludables ya que contienen altas cantidades de grasa, sal, azúcar, colorantes y saborizantes artificiales, además de ser bajos en nutrientes; esto contribuye en el incremento de los problemas de salud (Pérez, et al., 2017, pp. 377-388). Por estos motivos los consumidores expresan su preferencia hacia productos que presenten atributos como: ingredientes naturales, libres de colorantes y sabores artificiales, bajos en sodio, azúcar, grasa, calorías; altos en proteína, fibra y con granos enteros; libres de organismos genéticamente modificados (Pérez, et al., 2017, pp. 377-388).

El maíz morado está asociado indirectamente con beneficios para la salud, debido a la presencia de compuestos antioxidantes, los cuales retrasan el daño causado por radicales libres, con actividad anticancerígena, anti neurodegenerativa y antiinflamatoria en el Ecuador, el consumo y elaboración de alimentos funcionales con propiedades antioxidantes es bajo, por el desconocimiento de su composición química y la dificultad que presentan al mantener su valor funcional como producto terminado (Cazares, 2018, pp. 1-2). Al respecto, los maíces pigmentados (negro/morado) podrían ser una alternativa como materia prima para diseñar este tipo de productos, ya que varios estudios identificaron en este cereal una gran cantidad de antioxidantes naturales, gracias a la diversidad de colores en comparación del maíz amarillo o blanco (Cazares, 2018, pp. 1-2).

La quinua es un alimento de excepcional valor nutritivo que lo destaca entre los demás alimentos de origen vegetal, principalmente por su alto contenido de proteína, (14 - 18%), casi el doble del contenido de proteína de otros cereales como el arroz y el trigo. A pesar de todas las bondades que presenta el grano de quinua, en Ecuador la producción de elaborados es muy limitada, se orienta principalmente a la producción de harinas, harinas lacteadas, sémolas, productos intermedios como base para la preparación de alimentos infantiles y en menor escala productos elaborados como: pan, fideos, papilla, bebidas, hojuelas (Peralta, 2009, p. 16). La agroindustria de la

quinua en el país es poco desarrollada si se la compara con la de Perú y Bolivia (FAO, 2006, pp. 37-40).

La nixtamalización es un proceso tradicional de preparación del maíz en el que los granos secos se cuecen y se sumergen en una solución alcalina, generalmente de agua y cal alimentaria (hidróxido de calcio). Después de eso, el maíz se escurre y se enjuaga para quitar la cubierta exterior del grano (pericarpio) y se muele para producir una masa que forma la base de numerosos productos alimenticios, incluidas las tortillas y los tamales y snacks (Orchardson, 2021).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Un informe del Foro Healthy Food Rioja en 2018 reveló que durante el período de 2011 a 2017, las ventas de snacks saludables experimentaron un crecimiento notable, en ese lapso, las ventas aumentaron de 275.000 millones de dólares a 505.000 millones de dólares, lo cual representa un incremento del 45%, se observa que el consumo per cápita mundial de este tipo de productos supera los 6 kg al año (Olarte, 2019 citado en Ortiz, 2020, pp. 3-26). Este aumento en las ventas se atribuye principalmente a la creciente conciencia de los consumidores sobre la importancia de la alimentación saludable, lo que ha generado un cambio en los hábitos de consumo (Olarte, 2019 citado en Ortiz, 2020, pp. 3-26).

Durante la última década, se generó un aumento de alrededor del 38% en las ventas de snacks saludables, de acuerdo con (Ortiz, 2020, pp. 3-26) en el año 2018, el país exportó snacks saludables por un valor de 1,63 millones de dólares, con un volumen aproximado de 121.000 toneladas, mientras que las importaciones ascendieron a \$997.000. Según las proyecciones del Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador, se espera un crecimiento del 6,5% en las exportaciones de snacks y alimentos nutritivos para el año 2020 (Ortiz, 2020, pp. 3-26).

Una de las principales materias primas para la elaboración de snack tipo nachos es el maíz. Según (Yáñez, 2011), el Ecuador posee una gran diversidad genética de maíz, se ha identificado 29 razas de maíz, de las cuales 17 de ellas pertenecen a la Sierra, entre estos tipos de maíz, tenemos al de color negro/morado que también es conocido como racimo de uva.

Por otra parte, la quinua, es un pseudo cereal altamente nutritivo que ha sido el principal alimento de las antiguas y culturas durante milenios, en la actualidad, se encuentra cultivada en diversas áreas agroecológicas de la región andina. En Ecuador, la responsabilidad de la producción de quinua recae en pequeñas familias y comunidades indígenas ubicadas en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Carchi, Imbabura y Pichincha (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018). En el año 2018, aproximadamente el 36% de las cosechas de quinua se concentraron en Chimborazo, mientras que el 24% se encontró en Imbabura (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018).

1.2. Planteamiento del problema

Los snacks o aperitivos son vistos como alimentos poco saludables debido a su contenido elevado de grasa, sal, azúcar, aditivos artificiales y escasos de nutrientes. Esta combinación de ingredientes no mejorados contribuye al aumento de los problemas de salud, por lo que un snack preparado con quinua y maíz morado nixtamalizado es una propuesta para un alimento nutricional

La quinua es un alimento cuyo consumo y uso no es elevado ya que se detecta con facilidad en los supermercados y tiendas que cereales como el maíz, trigo, cebada, son las materias primas más utilizadas en la preparación de distintos productos como pueden ser: pan, galletas, snacks, entre otros, mientras que la quinua se encuentra de manera limitada en productos como harinas o simplemente en grano, comúnmente se cataloga a la quinua como un alimento exclusivo para indígenas por los antecedentes de su consumo y cultivo, sumado a esto las personas poco conocen el valor nutritivo que otorga este pseudocereal por lo que existe una escasa industrialización que generen productos con la quinua (Cuadrado, 2012, p. 13).

Al igual que la quinua el maíz morado tiene sus limitantes ya que se la utiliza mayoritariamente como harina para la preparación de la tradicional colada morada en el Ecuador, por lo que su uso en la industria alimentaria es muy baja por el desconocimiento de sus propiedades nutricionales que otorga sus pigmentos, haciendo que su producción sea mínima y solo sea por temporada, generando desinterés por parte de los productores de cereales, por lo que actualmente la producción de maíz morado es baja en comparación con otros tipos de maíz (Haro, 2019, p. 1).

1.3. Justificación

Actualmente se ha identificado distintas tendencias de consumo de snacks, entre estas tenemos nuevas experiencias en texturas y en colores, además de que estos alimentos tienen que tener características funcionales, es decir aportar con compuestos bioactivos que sean beneficios para la salud del consumidor, por lo cual existe la necesidad de desarrollar productos innovadores que cumplan con las nuevas necesidades del consumidor, es decir que estos tengan características sensoriales atractivas, y sean nutritivos por lo cual se ha planteado el uso de cereales andinos como es el maíz morado y la quinua, además empleando un método que realce las capacidades nutritivas del maíz que es la nixtamalización (Chacón et al., 2017, pp. 33-45).

La quinua se destaca entre los alimentos de origen vegetal por ser una fuente completa de nutrientes, lo que significa que ofrece una proporción adecuada de proteínas, carbohidratos y minerales esenciales para mantener la salud humana, a pesar de todas las bondades que presenta

el grano de quinua, en Ecuador la producción de elaborados es muy limitada, se orienta principalmente a la producción de harinas, harinas lacteadas, sémolas, productos intermedios como base para la preparación de alimentos infantiles y en menor escala productos elaborados como: pan, fideos, papilla, bebidas, hojuelas. La agroindustria de la quinua en el país es poco desarrollada si se la compara con la de Perú y Bolivia (FAO, 2006, pp. 37-40).

Así también se busca contribuir a mejorar la demanda y consumo del maíz morado, rescatando su uso en preparaciones alimenticias como son los snacks, aprovechando su valor nutritivo, ya que este cereal contiene una variedad de compuestos fitoquímicos, destacando los compuestos fenólicos y las antocianinas, que junto al proceso de nixtamalización se enriquece con calcio que el cuerpo puede aprovechar, se liberan precursores de la niacina y se mejora la biodisponibilidad de las proteínas, e incrementan la presencia de almidón resistente que ayuda a la digestión (Paredes, et al., 2009, pp. 60-70).

Por todo lo antes mencionado, el presente trabajo de investigación pretende incorporar valor agregado en alimentos tradicionales ecuatorianos y así incentivar su consumo e incrementar su producción: darle uso al maíz morado convirtiéndolo en un producto terminado, catalogado como alimento funcional por las características antioxidantes que posee, además aplicar el método de nixtamalización que es muy poco conocido en el Ecuador y así mismo emplear cereales andinos como lo es la quinua igualmente nutritivo por su alto contenido de proteína, teniendo como resultado final un producto de alto valor nutricional y funcional adaptándose así a las nuevas tendencias alimentarias de snacks

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Elaborar un snack (nachos) de harina maíz morado nixtamalizado con adición de harina de quinua

1.4.2. Objetivo Específicos

- Determinar el nivel apropiado de harina de quinua (15, 30, 45%) en la elaboración de snacks de maíz morado nixtamalizado.
- Realizar los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales.
- Determinar los costos de producción y la rentabilidad a través del costo/beneficio del producto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Maíz morado (*Zea mays* L)

2.1.1. Generalidades

En países como México y las zonas montañosas de Ecuador, Perú y Bolivia, la alimentación de los habitantes en las zonas rurales depende en gran medida de los productos derivados del maíz, contando con una diversidad considerable de variedades cultivadas, como el maíz amarillo, blanco, rojo, morado y negro (Yáñez, 2011). En los últimos años, ha despertado un mayor interés científico en el maíz negro, particularmente en sus pigmentos especiales llamados antocianinas, que tienen propiedades antioxidantes beneficiosas para la salud (Mayorga, 2018, pp. 10-25).

Este tipo de maíz es una planta autóctona de América que presenta una tusa y un epispermo de color morado en sus semillas, lo que le da sus pigmentos características únicas. Estos pigmentos, conocidos como antocianinas, son flavonoides que se encuentran en una proporción aproximada del 1,5% al 6% (Guillén, et al. 2014, pp. 211-217).

2.1.2. El Maíz morado en el Ecuador

El *Zea mays* L. de tonalidad morada, también conocido como Maíz Morado, es una especie cultivada en las zonas maiceras de la sierra ecuatoriana y ha sido utilizado como alimento desde hace miles de años (Yáñez, 2011).

La comunidad andina ha empleado esta variedad de maíz con el propósito de brindar color a comidas y bebidas, mientras que en el mundo industrializado se ha comenzado a reconocer su potencial, la harina derivada de este maíz se utiliza principalmente en la elaboración de la tradicional "colada morada", que goza de gran popularidad durante las festividades del Día de los Difuntos, celebradas el 2 de noviembre (Yáñez, 2011).

En la actualidad, la producción de maíz en Ecuador se enfoca principalmente en las variedades de maíz amarillo duro y maíz amarillo suave, sin embargo, la producción de maíz morado ha sido abandonada por los pequeños agricultores debido a su bajo rendimiento y la falta de semillas certificadas. Si se incrementa la producción de semillas certificadas de maíz morado, se podría

aumentar la disponibilidad de este producto y sus derivados. Además, el maíz morado es beneficioso para la salud debido a su alto contenido de antocianinas, que actúan como antioxidantes (Borja, 2013).

2.1.3. Composición Nutricional

2.1.3.1. Carbohidratos

El maíz morado es abundante en carbohidratos, siendo los azúcares responsables de aproximadamente el 2% del peso total del grano, la mayor proporción de estos azúcares, alrededor del 65%, se encuentra en el germen del grano, entre los tipos de azúcares presentes se encuentran la fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, rafinosa y algunos oligosacáridos (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13).

2.1.3.2. Proteínas

Las proteínas son nutrientes de alta importancia y representan aproximadamente el 10% del grano. En el caso del maíz morado, se encuentran diferentes tipos de proteínas como albúminas, globulinas, glutelinas y prolaminas, aunque su contenido de triptófano es más bajo en comparación con otros aminoácidos esenciales, las albúminas presentes en el maíz morado tienen un equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales, a pesar de la menor presencia de triptófano (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13).

2.1.3.3. Lípidos

El maíz morado contiene alrededor del 5% de lípidos, y el germen es la parte del grano donde se concentran en mayor medida, representando el 84% de los lípidos totales, mientras que el 16% restante se encuentra en el endospermo, principalmente, estos lípidos son triglicéridos, y su composición incluye ácidos grasos como el linoleico (50%), oleico (35%), palmítico (13%), esteárico (4%) y linolénico (3%) (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13).

2.1.3.4. Fibra

Todas las distintas clases de maíz, incluido el maíz morado, contienen fibra dietética. Esta fibra se localiza principalmente en el pericarpio y en las paredes celulares del endospermo, y su contenido puede oscilar entre el 8% y el 14%. La mayor parte de esta fibra es insoluble en agua (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13).

2.1.3.5. Vitaminas

El maíz morado contiene vitaminas solubles tanto en agua como en grasa. Este grano presenta una cantidad significativa de dos vitaminas liposolubles: vitamina A y vitamina E. Además, se pueden encontrar pequeñas cantidades de vitaminas hidrosolubles como la vitamina B1, piridoxina, niacina y vitamina C, aunque en concentraciones muy bajas (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13). Las vitaminas hidrosolubles se encuentran en la aleurona, el germen y el endospermo del grano de maíz morado, la cantidad de tiamina y riboflavina presente en este tipo de maíz puede variar y está influenciada por factores como el entorno, las prácticas de cultivo y la genética (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13).

2.1.3.6. Minerales

La mayor parte de los minerales se encuentran en el germen del maíz morado, y el mineral más predominante es el fósforo, este mineral se presenta en forma de fitato de potasio y magnesio, concentrado principalmente en el embrión, al igual que ocurre con la mayoría de los granos de cereales, el maíz morado tiene un contenido bajo de calcio y oligoelementos, según lo señalado por (Mayorga, 2018, pp. 10-25).

En la siguiente tabla se muestra la composición nutricional existente en 100 gramos de maíz morado.

Tabla 2-1: Composición nutricional de los granos de maíz morado en 100 g

Elemento	Unidad	Valor
Calorías	Kcal	357
Agua	g	11.4
Proteínas	g	7.3
Grasas	g	3.4
Carbohidratos	g	76.2
Fibra	g	1.8
Ceniza	g	1.7
Calcio	Mg	12
Fósforo	Mg	328
Hierro	Mg	0.2

Retinol	Mg	8
Vit. B1 (Tiamina)	Mg	0.38
Vit. B2 (Riboflabina)	Mg	0.22
Vit. B3 (Niacina)	Mg	2.84
Ac. Ascórbico reduc.	Mg	2.1

Fuente: (Instituto Nacional de Salud. Ministerio de Salud Perú, 2009)

2.1.4. *Antocianinas en el maíz morado*

Las antocianinas se encuentran en varias partes de la planta de maíz, incluyendo el tallo, las vainas, las hojas y las inflorescencias, las antocianinas presentes en el grano de maíz se encuentran en el pericarpio, en la capa de aleurona o en ambas estructuras, y según su ubicación se pueden establecer diversos usos para el grano; si el pericarpio y la capa de aleurona del maíz contienen una cantidad significativa de antocianinas, entonces se puede aprovechar el potencial de extracción de pigmentos del maíz y si el pigmento se localiza en la capa de aleurona son adecuados para elaborar productos nixtamalizados, los maíces con estas características son de color morado, azul o negro (Salinas, 2010, pp. 20-27). Los granos cuyo pericarpio presenta pigmentación no son apropiados para el proceso de nixtamalización debido a que las antocianinas presentes en ellos se degradan en condiciones alcalinas y con altas temperaturas, lo que produce un color marrón en la masa resultante y en los productos elaborados con ella esta información fue mencionada por (Salinas, 2010, pp. 20-27).

El compuesto antioxidante más abundante en el maíz morado es la cianidina-3-β-glucósido, el cual cuenta con propiedades farmacológicas y nutraceuticas reconocidas que son beneficiosas para la salud humana. Además del pigmento principal, el cianidina-3-glucósido, se han identificado otros pigmentos en variedades de maíz morado, como el pelargonidina-3-glucósido, peonidina-3-glucósido, cianidina-3-malonilglucósido, pelargonidina-3-malonilglucósido y peonidina -3-malonilglucósido, tanto en extractos comerciales de maíz morado como en los propios granos (Castañeda, 2011 citado en Burgos, et al., 201, p. 11-13).

2.1.4.1. *Propiedades Funcionales de las Antocianinas*

En los últimos tiempos, ha surgido un creciente interés en los pigmentos antociánicos debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas, las antocianinas, al pasar por el sistema digestivo de los mamíferos y ser absorbidas en el torrente sanguíneo, mantienen su estructura y brindan beneficios terapéuticos (Salinas, 2010, pp. 20-27). Estos beneficios incluyen la reducción de

enfermedades coronarias, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos, así como la mejora de la agudeza visual y el rendimiento cognitivo, estos efectos terapéuticos se atribuyen a su capacidad antioxidante (Salinas, 2010, pp. 20-27).

2.2. Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

2.2.1. Generalidades

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es un alimento de origen vegetal reconocido por su composición nutricional completa, que incluye una proporción equilibrada de proteínas, carbohidratos y minerales, además, se destaca por ser libre de gluten, las proteínas presentes en la quinoa se componen principalmente de albúminas y globulinas, las cuales son solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo cual dificulta su uso en la panificación y derivados (Romo, pp. 113-124).

En respuesta a la creciente demanda global de identificar cultivos que puedan producir alimentos de alta calidad, la quinoa emerge como una opción estratégica para fomentar la seguridad y la autonomía alimentaria (Romo, 2006, pp. 113-124). Esto se debe a su destacada calidad nutricional, amplia diversidad genética, adaptabilidad a diversas condiciones ambientales y bajo costo de producción por lo que es especialmente relevante en países donde la población enfrenta dificultades para acceder a fuentes de proteínas o donde la producción de alimentos está limitada (Romo, 2006, pp. 113-124).

2.2.2. Composición Nutricional

La quinoa es un pseudocereal nutritivo, reconocido por su notable contenido de proteínas y su excelente calidad debido a la presencia de aminoácidos esenciales en cantidades superiores a las que se encuentran en otros granos, además, las semillas de quinoa son ricas en ácidos grasos, fibra dietética, vitaminas y 34 minerales, lo que la convierte en un suplemento valioso para la salud (Vilacundo, 2018, pp. 403- 411).

2.2.2.1. Carbohidratos

La quinoa contiene carbohidratos que representan aproximadamente entre un 58% y un 68% de almidón, junto con un 5% de azúcares, lo que la convierte en una excelente fuente de energía, gracias a su alto contenido de fibra, la liberación de energía en el cuerpo es gradual y prolongada, además, el almidón presente en la quinoa es altamente estable ante el congelamiento y la

retrogradación, lo que la posiciona como una posible alternativa para reemplazar los almidones que son modificados químicamente (Rojas, et al., 2011, pp. 7-12)

2.2.2.2. *Proteínas*

En líneas generales, al realizar una comparación de la composición nutricional entre la quinua y los cereales más destacados como el trigo, arroz y maíz, se puede constatar que la quinua presenta valores promedio superiores en términos de contenido de proteínas, grasas y cenizas (Rojas, et al., 2011, pp. 7-12)

2.2.2.3. *Lípidos*

El ácido linoleico, conocido como Omega 6, es el componente principal en la quinua, representando aproximadamente el 50,24% de su composición, una cifra similar a la encontrada en el aceite de germen de maíz, que se sitúa entre el 45% y el 65%.; en segundo lugar, se encuentra el ácido oleico, también conocido como Omega 9, que constituye alrededor del 26,04% del aceite de quinua (Rojas, et al., 2011, pp. 7-12).

2.2.2.4. *Minerales*

Según (Rojas et al., 2011, pp. 7-12), al comparar trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno y quinua, se destaca que la quinua tiene niveles elevados de calcio, magnesio y zinc.

2.2.2.5. *Fibra*

La quinua es un alimento abundante en fibra dietética, lo que lo convierte en una elección saludable para eliminar toxinas y residuos perjudiciales para el organismo, la fibra constituye aproximadamente el 6% del peso total del grano, lo que implica que su consumo favorece el funcionamiento adecuado del tracto intestinal, regula los niveles de colesterol, estimula el crecimiento de bacterias benéficas y previene el cáncer de colon (Rojas, et al., 2011, pp.7-12)

En la siguiente tabla se muestra la composición nutricional existente en 100 gramos de quinua.

Tabla 2-2: Composición nutricional de los granos de quinua en 100 g

Nutriente	Unidad	Valor
Agua	g	13,28
Energía	Kcal	368
Energía	KJ	1539
Proteína	g	14,12
Lípidos Totales (grasa)	g	6,07
Cenizas	g	2,38
Carbohidratos por diferencia	g	64,16
Fibra total dietaria	g	7,00
Almidón	g	52,22
Calcio, Ca	mg	47,00
Fierro, Fe	mg	4,57
Magnesio, Mg	mg	197,00
Fósforo, P	mg	457,00
Potasio, K	mg	563,00
Sodio, Na	mg	5,00
Zinc, Zn	mg	3,10
Cobre, Cu	mg	0,59
Manganeso, Mn	mg	2033,00
Selenio, Se	µg	8,50

Fuente: (FAO, 2023)

2.2.3. *Beneficios de la quinua*

La quinua se destaca por su elevada concentración de nutrientes que aportan beneficios al organismo, una de sus características distintivas es que se consume en su forma integral, sin procesamientos, además, es una fuente de proteínas que contiene todos los aminoácidos esenciales requeridos por el cuerpo, también proporciona grasas saludables, incluyendo ácidos grasos omega-6 y omega-3, y principalmente fibra insoluble (Patrón, 2019). Consumir quinua de manera frecuente puede contribuir a proteger la salud del corazón de varias formas según (Patrón, 2019):

- Colabora con la disminución del colesterol sanguíneo por su aporte de lípidos insaturados.

- Aporta bajo contenido de sodio, por lo cual es recomendada también en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial.
- Su índice glucémico es bajo, recomendada para personas con resistencia a la insulina, diabetes y obesidad.

Debido a su significativa cantidad de fibra, ayuda a prevenir el estreñimiento. Adicionalmente, al no contener gluten, puede ser consumido por personas con celiaquía o sensibilidad al gluten (Patrón, 2019).

2.3. Snack

2.3.1. Generalidades

Los aperitivos o bocadillos son alimentos ligeros que se consumen entre las comidas principales para satisfacer temporalmente el apetito al proporcionar una cantidad mínima de energía, por lo general, se consumen fuera del hogar y en un período de tiempo corto (Orozco, 2016, pp. 30-45).

El incremento en la demanda de este producto se debe a los cambios en las tendencias de estilo de vida, modas y necesidades, y su impacto en la alimentación surgir de factores como la frecuencia de consumo, la elección, la combinación y la complementación con otros alimentos consumidos a lo largo del día (Orozco, 2016, pp. 30-45).

Como resultado del aumento de la popularidad de las tendencias alimentarias enfocadas en la salud, como el ejercicio y una alimentación equilibrada, los snacks saludables están ganando cada vez más aceptación entre los consumidores, estos alimentos se consideran la elección preferida para aquellos que buscan opciones convenientes y saludables, ya que pueden ser consumidos fácilmente en cualquier momento y lugar, sin requerir largos tiempos de preparación (Calisto, 2009, pp. 35-40).

Según (Orozco, 2016, pp. 30-45), la inclinación hacia el consumo de snacks se ha vuelto muy popular en las rutinas remotas de trabajo y estudio debido a la comodidad y la facilidad de acceso que ofrecen. En algunos casos, las personas prefieren consumir snacks en lugar de comidas completas.

2.3.2. Características de los snacks

Los snacks a menudo contienen cantidades significativas de edulcorantes, conservantes, saborizantes, sal y otros ingredientes que no son beneficiosos para la salud, estos alimentos se

clasifican como comida poco saludable debido a su bajo valor nutricional y alto contenido de aditivos, y su consumo puede resultar en un consumo excesivo de grasas, además, los snacks son productos con un alto contenido calórico pero bajo en nutrientes, lo que puede llevar a deficiencias de nutrientes importantes como calcio, hierro, y vitaminas A y D si se consumen con frecuencia (Fabres, 2011, p. 15).

Incorporar snacks con un perfil nutricional equilibrado puede ser beneficios para aquellos que buscan mantener su salud, ya que pueden ayudar a evitar el consumo excesivo de grasas y proporcionar nutrientes valiosos para el organismo, los snacks saludables también pueden contribuir al control de la ansiedad y ofrecer otros beneficios adicionales. A continuación, se detallan algunas ventajas de consumir snacks con un perfil nutricional significativo, de acuerdo con (Pineda, 2015 citado por Cruz, et al., 2016):

- Si se utilizan vegetales o frutas como materia prima, estos proporcionan vitaminas, minerales y sustancias antioxidantes.
- Beneficia el control sobre las calorías diarias al disminuir el hambre en el momento de las comidas principales, es esencialmente práctico en régimen de dietas y alimentación saludable.
- Minimiza la ansiedad y el apetito antes de cualquier comida o tiempo formal, esto a raíz de proporcionar al cuerpo fracciones alimenticias que mantienen al sistema digestivo activo.
- Evita los cambios drásticos de glucemias en el transcurso del día al proporcionar los sustratos saludables al organismo, mantienen la energía para las diversas actividades que realice el individuo.

2.3.3. Clasificación de los snacks

En la tabla 2-3 se muestra la clasificación de los snacks en función del tipo de materia prima que se utiliza para su elaboración (Vilches, 2005, pp. 16-24).

Tabla 2-3: Tipos de snacks de acuerdo a su materia prima

Tipo	Descripción
Salados	Contienen sal para aportar sabor y otras características sensoriales, como los pretzels o las tortillas chips.
Dulces	Usualmente se incluye o se emplea como componente principal la sacarosa, conocida como azúcar, en esta categoría de productos. Los productos de repostería son considerados dentro de esta clasificación

Nutritivos	Estos aperitivos ofrecen beneficios nutricionales al comprador. Algunos ejemplos incluyen yogur, frutas deshidratadas, semillas, entre otros.
Naturales	Los snacks no reciben ningún tratamiento con sustancias externas ni experimentan cambios químicos, y se utilizan principalmente como materias primas.
Combinados	Tienen una combinación de características de distintos tipos de aperitivos en medidas adecuadas para lograr una aceptación óptima por parte del consumidor y ofrecer beneficios para la salud.

Fuente: (Vilches, 2005, pp. 16-24)

2.3.4. *Ingredientes e insumos de los snacks*

Los snacks presentan diversos tipos de ingredientes de acuerdo a la clasificación. La tabla 2-4 muestra una lista de ingredientes comunes encontrados para los snacks del tipo dulce y salado

Tabla 2-4: Ingredientes básicos de los snacks

Ingrediente	Descripción
Harina	La textura y consistencia del snack se logra gracias a la harina, que también aporta valor nutricional y actúa como un agente absorbente al absorber líquidos sin disolverlos. Además, el sabor del snack también se ve influenciado por el tipo de harina utilizado.
Aceites	En la preparación de snacks, se suelen utilizar con frecuencia aceites como el de palma, soja y, en algunas ocasiones, girasol. El aceite es el agente utilizado para freír los alimentos, lo que da lugar a diversos procesos, como la pérdida de nutrientes, la deshidratación, la absorción del aceite, la formación de una capa crujiente y la generación de un sabor y aroma característicos.
Cloruro de sodio (sal)	Bromatológicamente proporciona el sabor salado al snack, potenciando su sabor. También funciona como un conservante natural debido a su poder deshidratador.
Saborizantes y colorantes	Su función es aportar sabor y color al snack, se ha comprobado que causan efectos negativos a la salud del consumidor

Antioxidantes	Detienen la oxidación de las grasas en cadena al remover el oxígeno que está atrapado o disuelto en el producto, o en el espacio vacío que queda en los envases y que contribuye a la oxidación
Azúcar	Su función es dar volumen, suavidad, color, como edulcorante y para formar corteza.

Fuente: (Vilches, 2005, pp. 16-24)

Tabla 2-5: Ingredientes alternativos para elaboración de snacks

Ingrediente alternativo	Snack elaborado
Remolacha	Diferentes tipos de chips
Frutas y verduras	Snacks deshidratados de banana, manzana, frutilla, choclo, arvejas y zucchini
Algas	Galletas de alga deshidratada
Wasabi	Snack de maní, soya y wasabi
Camote anaranjado	Chips de camote de tres colores en Europa

Fuente: (Vilches, 2005, pp. 16-24)

2.4. Nixtamalización

2.4.1. Generalidades

El proceso de nixtamalización tiene sus raíces en el uso de las tortillas como alimento fundamental en Mesoamérica, que abarca la región actual de México y Centroamérica, la técnica de convertir el maíz seco en una masa comestible comenzó cuando las culturas prehispánicas recolectaron y almacenaron el grano cosechado, a través de este proceso, prepararon el maíz duro y seco para crear una masa que luego usaron para fabricar las primeras tortillas (Herrera, 2019, pp. 5-35).

Al principio, se desarrolló un proceso para fabricar tortillas que involucraba la molienda del maíz hasta obtener una sustancia en polvo similar a la harina, esta sustancia podía mezclarse con agua para crear una masa que se podía moldear en forma de tortilla sin dificultad, sin embargo, el polvo se deterioró rápidamente y descubrió un olor desagradable después de unos pocos días (Herrera, 2019, pp. 5-35).

La putrefacción ocurre debido a la oxidación de las grasas del núcleo del maíz, que es provocada por enzimas, por último, la única alternativa disponible era someter los granos a cocción mediante fuego, con el propósito de romperlos y liberar la parte interna, más adelante, se descubrió que la ceniza generada por la madera empleada en la cocción resultaba muy beneficiosa, puesto que, al mezclarse con agua, ablandaba y deshacía la capa exterior del grano, gracias a su contenido de óxido de sodio y potasio (Herrera, 2019, pp. 5-35).

Se puede deducir que las sociedades humanas observaron que los polvos de cal obtenidos a partir de la piedra caliza presentaban efectos similares a los de las cenizas en cuanto a su capacidad para secar pieles, almacenar semillas, preparar alimentos y conservar las semillas (Herrera, 2019, pp. 5-35).

2.4.2. *Procesos de la nixtamalización*

2.4.2.1. *Tratamiento con ceniza*

De acuerdo con (Herrera, 2019, pp. 5-35) se registraron cuatro tratamientos termo-alcalinos al oeste de Mesoamérica, tres con cenizas del fogón y una con cal, los cuales se presentan a continuación:

- **Tratamiento termo alcalino con cenizas en seco (cenizas calientes y en seco):** Las semillas o granos son colocadas dentro de la ceniza y quedan completamente sumergidas en ella. Debido a la temperatura elevada, los granos o semillas explotan con rapidez.
- **Tratamiento alcalino en húmedo con cenizas (cenizas con agua a temperatura ambiente):** La técnica implica sumergir los granos y semillas en una solución de agua y ceniza durante una noche. En el caso del maíz, este proceso elimina el pericarpio durante el remojo.
- **Tratamiento alcalino con cenizas en agua caliente (cenizas con agua a punto de ebullición):** Este tratamiento permite el desprendimiento de pericarpio.
- **Tratamiento termo-alcalino con cal en agua caliente (cal y agua a punto de ebullición):** La técnica consiste en cocer granos de maíz en una solución de cal a una temperatura cercana al punto de ebullición. Luego de la cocción, se dejan remojando durante toda una noche, lo que provoca que los pericarpios se desprendan y los granos se hidraten y ablanden.

El uso de un método termo-alkalino con cal puede requerir como una técnica novedosa que se deriva del tratamiento con cenizas, en comparación con este último, el tratamiento con cal aumenta los niveles de calcio en el alimento.

2.4.2.2. Nixtamalización con cal

El procedimiento se inicia mediante la incorporación de dos partes de una solución de cal, que contiene aproximadamente el 1% de cal, una porción de maíz, esta combinación se cocina durante un período de 50 a 90 minutos, y luego se retira en el agua de cocción durante un lapso de 14 a 18 horas, después del remojo, se elimina el agua de cocción, también conocido como nejayote, y se enjuaga el maíz con agua dos o tres veces, manteniendo intacto el pericarpio y el germen del maíz (Gutiérrez, 2017). De esta forma, se logra obtener el maíz nixtamalizado o nixtamal, que puede tener un contenido de humedad de hasta un 45%, la masa empleada para elaborar tortillas de forma manual se produce a partir del maíz nixtamalizado, el cual es molido en un metate, durante el proceso de molienda, se agrega agua y la masa resultante presenta un nivel de humedad que oscila entre el 48% y el 55% (Rodas, 2017).

2.4.3. Proceso de nixtamalización industrial

La creciente necesidad y la diversidad de platos que se pueden preparar con el maíz nixtamalizado han llevado a que su producción a nivel industrial sea esencial, como resultado, se han ideado diferentes métodos para nixtamalizar el maíz a gran escala. (Herrera, 2019, pp. 5-35).

Nixtamalización tradicional con vapor: Es un proceso similar al método convencional en el cual se introduce vapor en una mezcla de maíz, cal y agua, elevando la temperatura hasta alcanzar el punto de ebullición, esto permite obtener una cocción similar a la obtenida mediante el proceso tradicional descrito por (Herrera, 2019, pp. 5-35)

Nixtamalización fraccionada o selectiva: El procedimiento para obtener harinas nixtamalizadas consiste en separar el pericarpio, el germen y el endospermo del grano de maíz, y someter únicamente el pericarpio al proceso de nixtamalización convencional, durante este proceso, se añade una porción de germen y endospermo (Herrera, 2019, pp. 5-35).

2.4.4. Cambios físico químicos y nutricionales

2.4.4.1. *Cambios físico-químicos*

Durante el proceso de nixtamalización, se produce una serie de reacciones fisicoquímicas en el interior del grano, estas incluyen la producción de la hemicelulosa del pericarpio mediante hidrólisis, la gelatinización del almidón, la difusión de los iones Ca^{2+} y la interacción entre el calcio y el almidón, en otras palabras, al comenzar la nixtamalización, la solución alcalina se descompone y disuelve los componentes de la pared celular del pericarpio, lo que resulta en un ablandamiento del endospermo (Pilco, 2016, pp. 23-24). Esto posibilita la difusión del Ca^{2+} y el agua en los espacios intersticiales del endospermo y el germen, y provoca la expansión y gelatinización parcial o total de los gránulos de almidón, lo que ocasiona la desorganización de su estructura semicristalina (Pilco, 2016, pp. 23-24).

Posteriormente, al retirar los granos, los iones Ca^{2+} limitan la gelatinización de los gránulos de almidón debido a la interacción entre el calcio y el almidón, que se da principalmente con la amilosa, esta unión impide que el agua sea absorbida continuamente, impidiendo así una mayor inflamación y deterioro de los gránulos, con el transcurso del tiempo, es difícil que el calcio se concentre en el germen (Pilco, 2016, pp. 23-24).

Se ha observado que la cantidad de calcio presente en la masa de maíz puede variar según diferentes factores, como la cantidad de cal añadida, las temperaturas durante la cocción, la duración del remojo y la cantidad de cal eliminada durante el lavado del grano cocido, si el maíz se remoja antes de la cocción, el contenido de calcio en el grano nixtamalizado aumenta con mucho, llegando a ser aproximadamente 30 veces mayor que el contenido de calcio del grano crudo original (Pilco, 2016, pp. 23-24).

El proceso de nixtamalización provoca una ligera reducción en el contenido de vitaminas, almidón y solubilidad de proteínas presentes en el maíz, sin embargo, aumenta la biodisponibilidad de los aminoácidos, el contenido de fósforo y calcio, así como la cantidad de fibra soluble y almidón resistente, disminuyendo el contenido de ácido fítico, lo que mejora la absorción de minerales, durante la nixtamalización, la masa experimenta un cambio de color hacia un tono amarillo debido a la adición de óxido de calcio o cal viva durante la cocción del grano (Paredes, et al., 2009, pp. 60-70)

2.4.4.2. *Cambio nutricional*

Durante el proceso de nixtamalización, se producen alteraciones en el contenido y la disponibilidad de los nutrientes presentes en el grano de maíz, uno de los cambios más

significativos es el aumento en los niveles de calcio, el cual, está influenciado por la cantidad de cal utilizada, las temperaturas de cocción y remojo, de hecho, investigaciones realizadas en animales de laboratorio (ratas) han demostrado que la ingesta de maíz nixtamalizado promueve una mayor fortaleza ósea y una menor incidencia de fracturas en comparación con la ingesta de maíz sin procesar (Herrera, 2019, pp. 5-35).

Entre otros cambios nutricionales mencionados por (Herrera, 2019, pp. 5-35) tenemos que:

- Favorece la biodisponibilidad de la Niacina
- Mejora el balance de aminoácidos esenciales
- Reduce los niveles de ácido fítico (25-30%) y favorece la biodisponibilidad del hierro
- Disminuye la Fibra Dietética
- La adición de vitamina C a harina de maíz nixtamalizada aumenta la biodisponibilidad de Hierro

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de investigación experimental se llevó a cabo en los diferentes laboratorios de la Facultad de Ciencias Pecuarias perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 1/2 en la ciudad de Riobamba.

El tiempo de duración del trabajo fue de 72 días, tiempo en el cual se desarrolló el snack, realizando pruebas físico-químicas, microbiológicas, sensoriales, y de interpretación.

3.2. Unidades experimentales

Para la evaluación del snack de maíz morado nixtamalizado con diferentes niveles de harina de quinua (0%, 15%, 30%, 45 %), se utilizó 16 unidades experimentales, con un peso de 0,5 kg cada snack, dándonos un total de 8 kg.

3.3. Materiales, equipos, insumos y reactivos.

3.3.1. *Materiales*

- Recipientes y bandejas
- Fundas de polipropileno
- Moldes
- Tubos de ensayo
- Cajas Petri
- Vasos de precipitación
- Crisoles
- Vasos Beaker
- Crisoles Gooch
- Lana de vidrio
- Desecador
- Dedales – porta dedales
- Vaso Goldfish

- Matraz Kjeldahl
- Frascos termo resistentes

3.3.2. Equipos

- Balanza
- Molino
- Laminadora
- Horno
- Estufa
- Mufla
- Digestor
- Cámara de flujo laminar
- Bomba al vacío
- Autoclave

3.3.3. Insumos

- Agua
- Maíz morado
- Quinoa
- Sal
- Ajo en polvo
- Goma Guar

3.3.4. Reactivos

- Hidróxido de sodio
- Ácido Sulfúrico
- Sulfato de cobre
- Sulfato de sodio
- Alcohol
- Hexano
- Agar PCA
- Agar PDA
- Agar MacConkey

3.4. Tratamientos y diseño experimental

3.4.1. Tratamientos

Se realizó cuatro tratamientos: 0% harina de quinua (T0), 15% harina de quinua (T1), 30% harina de quinua (T2), 45% harina de quinua (T3), con cuatro repeticiones cada uno

3.4.2. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar, el cual corresponde al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.
- μ = Efecto de la media por observación.
- α_i = Efecto de los tratamientos.
- ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Tabla 3-1: Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones	*TUE	Total (kg/Trat.)
0 % harina de quinua	T0	4	0.5	2
15% harina de quinua	T1	4	0.5	2
30% harina de quinua	T2	4	0.5	2
45% harina de quinua	T3	4	0.5	2
TOTAL				8

*TUE: Tamaño de Unidad experimental

Realizado por: Naigua D., 2023

3.5. Análisis Estadísticos

Se utilizó las siguientes técnicas estadísticas:

- Análisis de varianza para las diferencias de las medias (ADEVA).
- Separación de medias según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

- Estadística descriptiva para las pruebas microbiológicas.
- Prueba de Kruskal Wallis para las características sensoriales.

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad	GL
Total	(n-1)	15
Tratamientos	(t-1)	3
Error	(n-1) - (t-1)	12

Realizado por: Naigua D., 2023

3.6. Mediciones experimentales

Análisis fisicoquímicos

- Humedad (%)
- Cenizas (%)
- Fibra (%)
- Grasa (%)
- Proteína (%)

Análisis microbiológicos

- Mohos (UFC/g)
- E. coli (UFC/g)
- Recuento estándar en placa (UFC/g)

Análisis Sensorial

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura

Análisis de Costos

- Costo de producción / Beneficio costo

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. Formulación experimental

Tabla 3-3: Formulación para la nixtamalización de 1kg de maíz morado

Descripción	Cantidad
Maíz Morado	1000 g
Cal	20g
Agua	2 L

Realizado por: Naigua D., 2023

Para la realización del maíz nixtamalizado se empleó 2% de hidróxido de calcio y 2 litros de agua por cada kg de maíz morado como se muestra en la tabla 3-3.

Tabla 3-4: Formulación experimental para elaboración de snack

Cantidad a procesar en gr.	500		500		500		500	
Ingredientes	T 0		T 1		T 2		T 3	
	0%		15%		30%		45%	
	g	%	g	%	g	%	g	%
Harina de maíz morado nixtamalizado	363	73	309	62	254	51	200	40
Harina de quinua	0	0	54	11	109	22	163	33
Sal	7	1	7	1	7	1	7	1
Agua	125	25	125	25	125	25	125	25
Goma Guar	5	1	5	1	5	1	5	1
Ajo en polvo	0,40	0,08	0,40	0,08	0,40	0,08	0,40	0,08
Suma	500,00	100,00	500,00	100,00	500,00	100,00	500,00	100,00

Realizado por: Naigua D. 2023

En la tabla 3-4 se muestra la formulación que se utilizó para la realización de los snacks salados tipo nachos, en el que se puede observar que además de la harina de maíz morado nixtamalizado y la harina de quinua, se empleó como saborizante ajo en polvo y como aditivo goma guar que ayudó a dar textura a los snacks.

3.7.2. Proceso para la elaboración del producto

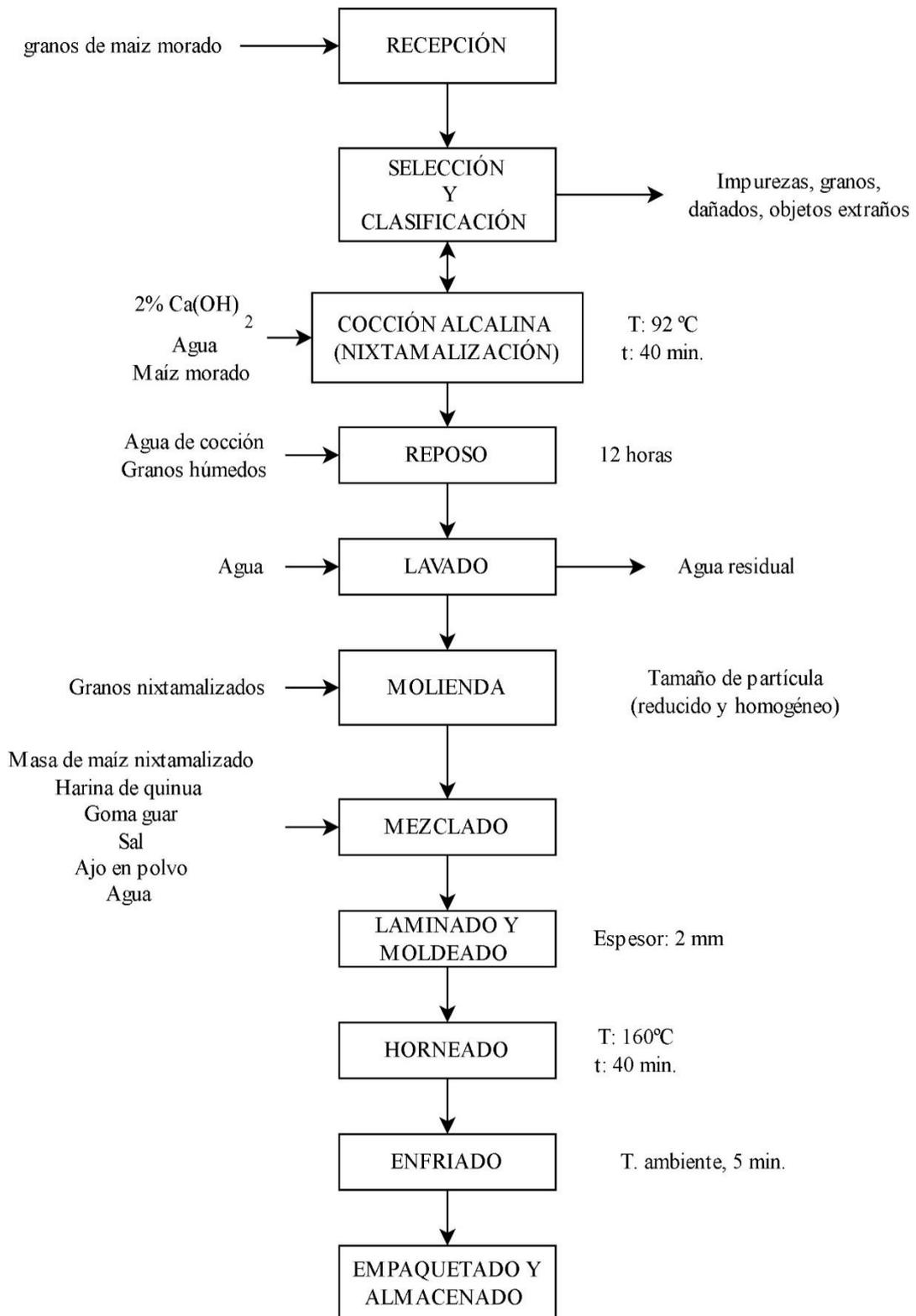


Ilustración 3-1: Flujograma de procesos para la elaboración de snacks de maíz morado nixtamalizado con la adición de harina de quinua

Realizado por: Naigua D., 2023

- **Recepción**

Para la elaboración del snack se utilizó granos secos de maíz morado

- **Selección y Clasificación**

Se realizó la remoción de elementos indeseados, tales como piedras, pajillas y granos dañados o rotos, así como cualquier objeto extraño que pudiera afectar la calidad del producto en base a la (NTE INEN 187, 1995) referente a Requisitos en el maíz en grano. Esto se llevó a cabo mediante una inspección visual minuciosa y un proceso manual de selección.

- **Cocción alcalina (Nixtamalización)**

Para procesar el grano de maíz mediante la nixtamalización, se utilizó una proporción de 2 litros de agua por cada 1000 gramos de maíz. Durante este proceso, se añadió un 2% de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) y se cocinó durante 40 minutos a una temperatura de 92 °C, manteniendo un pH de 10-12 según lo descrito por (Olalla, 2019, pp. 21-43)

- **Reposo**

Se dejó 12 horas de reposo para lograr la humedad de saturación en los granos de maíz ya que de acuerdo a lo dispuesto por (Vagenas, 1991), durante el proceso de cocimiento y parte del periodo de reposo, se produce un incremento en la cantidad de humedad presente en el grano, debido a la estructura del grano, la difusión del agua hacia su interior es un proceso lento; por lo tanto, para lograr el aumento deseado en la humedad, fue necesario mantener tiempos prolongados de reposo. La textura de las tortillas o snacks está fuertemente influenciada por la cantidad de humedad que el grano adquiere durante el proceso de nixtamalización; si el grano se procesa inmediatamente después de la cocción, las masas y tortillas resultantes tendrán una textura inadecuada (Laria, 2005, pp. 58-71).

- **Lavado**

Después del remojo del maíz, se eliminó el agua residual proveniente del proceso de nixtamalización; los granos se enjuagaron con agua para eliminar el exceso de álcali y parte de la capa externa del maíz que se había disuelto, preservando el núcleo del grano. El proceso de lavado se completó al tomar una muestra del agua de enjuague y asegurarse de que su pH esté entre 6,5

y 7,5, de acuerdo con (Flores, 2022, pp. 557-567) se obtiene así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que tiene un 45 % de humedad.

- **Molienda húmeda**

El nixtamal se trituró por medio de un molino (Molino de discos manual, Corona), durante 4 minutos para una cantidad de aproximadamente 1 kg, donde se obtuvo una mezcla homogénea con tamaño de partícula reducida.

- **Mezclado**

Se mezcló de forma manual el grano de maíz nixtamalizado con la harina de quinua de acuerdo a las formulaciones establecidas en el diseño experimental.

- **Laminado y moldeado**

Se procedió a depositar la combinación en recipientes de acero inoxidable especialmente diseñados para uso alimentario. Utilizando un rodillo de presión, se logra obtener una lámina de 2 mm de grosor uniforme, la cual se moldea considerando la característica triangular típica de estos productos.

- **Horneado**

Posteriormente esta lámina se sometió a horneado durante 40 minutos a 160 °C, luego se enfrió a temperatura ambiente durante 5 min.

- **Enfriado**

Se enfrió los snacks a temperatura ambiente por un tiempo de 5 minutos

- **Empacado y almacenado**

El producto final se empacó en fundas de polipropileno de uso alimentario, para posteriormente ser almacenadas en un lugar limpio y sin humedad a una temperatura de 10 a 20 °C

3.8. Metodología de evaluación

3.8.1. Análisis Físico-Químicos

3.8.1.1. Humedad

El contenido de humedad se determinó conforme a la norma (NTE INEN 518,1980) correspondiente a harinas de origen vegetal siguiendo el método por pérdida por calentamiento:

Procedimiento:

1. Se pesó, aproximadamente 2 g de muestra preparada, y se transfirió a la cápsula de porcelana previamente tarada y pesada y se distribuyó uniformemente la muestra en el fondo.
2. Se calentó la cápsula y la muestra durante una hora, en la estufa calentada a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$
3. Se colocó la tapa con la cápsula antes de sacarlo y se trasladó al desecador; tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente se procedió a pesar.

Cálculos:

$$\% \text{ H} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Ecuación 3-1: Determinación del porcentaje de humedad

En donde:

% H= Humedad en porcentaje

m= masa de la cápsula en g

m1= masa de la cápsula con la muestra en g

m2= masa de la capsula con la muestra después del calentamiento en g

3.8.1.2. Cenizas

Para la determinación de cenizas se siguió la metodología propuesta por la norma (NTE INEN 520,2013) correspondiente a harinas de origen vegetal a partir del Método Directo por incineración

Procedimiento:

1. Se pesó de 3 a 5 g. de muestra bien mezclada en crisol, y se llevó a carbonización total.
2. Se introdujo el crisol en la mufla a $(550 \pm 15^\circ\text{C})$ hasta obtener cenizas de un color gris claro o hasta que el peso sea constante. No deben fundirse las cenizas.
3. Se Sacó de la mufla el crisol con la muestra, se dejó enfriar en el desecador y se pesó tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente.

Cálculos:

$$\%C = \frac{(m1-m)}{(m2-m)} \times 100$$

Ecuación 3-2: Determinación del porcentaje de cenizas

En donde:

%C = contenido de cenizas en porcentaje de masa

m= masa de la cápsula vacía en g

m1= masa de la capsula con la muestra después de la incineración en g

m2 =masa de la cápsula con muestra antes de la incineración en g.

3.8.1.3. Fibra

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente. Para la determinación de fibra cruda se siguió la metodología planteada por la norma (NTE INEN 522, 1980) perteneciente a harinas de origen vegetal.

Procedimiento

1. Se pesó de 2 a 3 gramos de la muestra desengrasada y seca. Se colocó en el beaker y se adicionó 200 ml de la solución de ácido sulfúrico.
2. Se colocó en el digestor y se llevó a ebullición. Se dejó hervir exactamente por 30 minutos.
3. Al pasar los 30 minutos se añadió 20 ml de hidróxido de sodio al 22% y se dejó por un tiempo de 30 minutos en el digestor.

4. Se armó el equipo de bomba al vacío utilizando crisoles Gooch y lana de vidrio para la filtración.
5. Se filtró en contenido de los vasos beakers y se realizó el lavado con agua destilada
6. Al finalizar la filtración y lavado se colocó el crisol en la estufa a 105°C por 12 horas y enfrió en el desecador.
7. Se pesó los crisoles con el residuo y se colocó en la mufla a 550°C por 3 horas, se dejó enfriar en un desecador y se pesó nuevamente.

Cálculos:

$$\text{Contenido de fibra (\%)} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

Ecuación 3-3: Determinación del porcentaje de fibra

En donde:

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

3.8.1.4. Grasa

Para la determinación de grasa se siguió el método Goldfish siguiendo las técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos (Lucero, 2005).

Procedimiento:

1. Se Pesó 2 gramos de muestra seca y se colocó en el dedal, luego se cubrió la muestra con algodón desengrasado.
2. Se colocó el dedal dentro del porta dedal y se agregó 25 ml de éter etílico o éter de petróleo (también se puede usar hexano) en el vaso previamente pesado.
3. Se colocó el vaso en el aparato extractor de grasa y se aseguró con la rosca.
4. Se subió las rejillas hasta que toquen los vasos y se encendió el equipo, asegurándose de que el agua circule por el refrigerante.
5. Se procedió a realizar la extracción durante al menos 3 horas.

6. Al finalizar el tiempo, se bajó la rejilla, se quitó el anillo de la rosca y se retiró el vaso que contiene el hexano y las sustancias extraídas.
7. Se quitó el porta dedal y el dedal, y se dejó secar en la estufa. Luego se enfrió en un desecador.
8. Se colocó el tubo recuperador en el porta dedal y se volvió a colocar el vaso con la ayuda de la rosca, se calentó nuevamente para destilar la mayor parte del solvente.
9. Se bajar la rejilla y se retiró el vaso que contiene el extracto etéreo o la grasa cruda.
10. Se colocó el vaso en la estufa durante media hora.
11. Se retiró el vaso de la estufa, se colocó en el desecador, se enfrió y se pesó.

Cálculos

$$\%G = (\%Ex.E) = \frac{P1-P}{m} \times 100$$

Ecuación 3-4: Determinación del porcentaje de grasa

Donde:

%G = contenido de cenizas en porcentaje de masa

P1= masa del vaso más la grasa cruda o bruta extraída en g

P =masa del vaso de extracción vacío en g

m= masa de la muestra seca tomada para la determinación en g

3.8.1.5. Proteína

Para la determinación de proteína se siguió la metodología propuesta por la norma (NTE INEN 519, 1980) perteneciente a harinas de origen vegetal a partir del Método de Kjeldahl

Procedimiento:

1. Se midió el peso de la muestra desde 0.7 g hasta 2.2 g, y transferirlo al matraz Kjeldahl.
2. Se añadió 15 g de una mezcla catalizadora compuesta por sulfato de cobre, sulfato de potasio (o sulfato de sodio) y 25 cm³ de ácido sulfúrico concentrado.
3. Se agitó suavemente el matraz y se colocó en la hornilla del aparato Kjeldahl. Se calentó gradualmente hasta que no se forme espuma, y luego se aumentó la temperatura, girando el matraz periódicamente durante la digestión. Se continuó calentando durante dos horas y luego se dejó enfriar.

4. Se añadió aproximadamente 200 ml de agua destilada, se enfrió la mezcla a una temperatura por debajo de los 25°C y se agregó gránulos de zinc para prevenir salpicaduras durante la ebullición.
5. Se inclinó el matraz con su contenido y se vertió cuidadosamente a lo largo de las paredes, para obtener dos capas. Se añadió 50 ml de una solución concentrada de hidróxido de sodio (o una cantidad mayor, si es necesario, para lograr un alto grado de alcalinidad).
6. Se conectó el matraz Kjeldahl al condensador. El extremo de salida del condensador se sumergió en 50 ml de una solución 0.1 N de ácido sulfúrico contenida en el matraz Erlenmeyer.
7. Agitar el matraz Kjeldahl hasta que su contenido esté completamente mezclado y calentar.
8. Se destiló hasta que todo el amoníaco se haya transferido a la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer.
9. Se tituló el contenido del matraz Erlenmeyer utilizando una solución 0.1 N de hidróxido de sodio.

Cálculos:

$$\%P = \frac{V \times N \times F \times 0.014}{m} \times 100$$

Ecuación 3-5: Determinación del porcentaje de proteína

Donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

f = factor para transformar el %N2 en proteína, y que es específico para cada alimento.

V = volumen de HCl o H2SO4N/10 empleado para titular la muestra en mL

N1= normalidad del HCl

m= masa de la muestra analizada

3.8.2. Análisis microbiológico

Se analizaron las muestras aplicando la técnica de siembra por estriado que se describe en el Manual de Práctica de Microbiología básica (Bonilla et al., 2016, p. 33). Para la selección de los agares se revisó las NTE INEN referente al control microbiológico de los alimentos: INEN 1529-5 (Determinación de microorganismos aerobios mesófilos), INEN 1529-10 (Determinación de mohos y levaduras), INEN 1529-7 (Determinación microorganismos coliformes).

Procedimiento

1. Se preparó diluciones de la muestra a 10^{-2} para la siembra.
2. Se preparó los diferentes agares específicos para cada microorganismo como se muestra en la tabla 3-5.
3. Para la preparación de los agares se siguió la relación de agar y agua destilada que se encuentran especificadas en las etiquetas.
4. La mezcla de agar y agua se llevó a agitación para su disolución completa.
5. Se colocó en el autoclave todos los agares preparados y los instrumentos necesarios para la siembra.
6. Después de autoclavar los agares se los vertió en las cajas Petri
7. Para la siembra se tomó el hisopo impregnado en la solución diluida 10^{-2} y se eliminó el exceso de líquido al presionarlo contra las paredes del tubo de ensayo.
8. Se aplicó la muestra del hisopo sobre la superficie del agar en las cajas Petri realizando movimientos en zig-zag.
9. Se colocó en incubación a temperaturas específicas para cada microorganismo como se muestra en la tabla 3-5, en un tiempo de 48 horas

Tabla 3-5: Condiciones específicas para el análisis microbiológico

Microorganismo	Medio de cultivo	Condición	Temperatura
Recuento estándar en placa	PCA	Agar	37 °C
Mohos	PDA	Agar	25 °C
E. coli	MacConkey	Agar	37 °C

Fuente: (INEN 1529-5, 2013), (INEN 1529-10, 2013), (INEN 1529-7, 2013)

Realizado por: Naigua D., 2023

Cálculo:

Para el cálculo de las UFC/g se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{UFC}}{\text{g}} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de colonias} * \text{factor de dilución}}{\text{g de muestra sembrada}}$$

Ecuación 3-6: Determinación UFC/g

3.8.3. *Análisis sensorial*

Tabla 3-6: Estructura escala hedónica de 5 puntos

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me Gusta mucho

Realizado por: Naigua D., 2023

Se empleó una prueba afectiva utilizando una escala hedónica de 5 puntos (ver tabla 3-6) para llevar a cabo la evaluación sensorial. Cada uno de los tratamientos fue presentado a un grupo de cincuenta personas, específicamente a panelistas sin entrenamiento, y se les solicitó que den su puntuación a cuatro variables: olor, color, sabor, textura.

3.8.4. *Análisis de Costos*

3.8.4.1. *Costo de producción*

Se realizó una suma de los costos directos de fabricación que es la materia prima e insumos, con los costos de mano de obra y costos indirectos empleados en la elaboración de los snacks de maíz morado nixtamalizado con adición de harina de quinua, la suma de los costos fue dividida entre la cantidad total de producto obtenido en cada tratamiento.

3.8.4.2. *Beneficio-Costo*

El beneficio costo se calculó a partir de la fórmula planteada por (Aguilera, 2017, pp. 322-343), en el cual se obtiene al dividir los ingresos totales con los egresos como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio-Costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

Ecuación 3-7: Determinación del Beneficio-Costo

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis fisicoquímicos

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos: porcentaje de humedad, porcentaje de cenizas, porcentaje de fibra, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína de los snacks de maíz morado nixtamalizados con diferentes niveles de quinua, en el cual se detalla las medias en porcentaje que tuvieron las variables en cada uno de los tratamientos.

Tabla 4-1: Resultados análisis físico-químico de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y harina de quinua

VARIABLES	NIVELES DE HARINA DE QUINUA				E. E	PROB	SIG.
	T0	T1	T2	T3			
	0%	15%	30%	45%			
Humedad (%)	4,72 a	4,34 a	4,21 a	4,52 a	0,12	0,0563	NS
Cenizas (%)	2,4 c	2,69 b	2,85 ab	3,04 a	0,05	<0,0001	AS
Fibra (%)	13,14 a	12,43 b	12,11 c	11,55 d	4 x 10 ⁻³	<0,0001	AS
Grasa (%)	5,54 a	5,55 a	5,55 a	5,55 a	0,01	0,4159	NS
Proteína (%)	12,24 b	12,53 b	13,58 a	14,07 a	0,12	<0,0001	AS

E.E.: Error estándar

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0,05$)

AS: Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado por: Naigua D., 2023.

4.1.1. Humedad

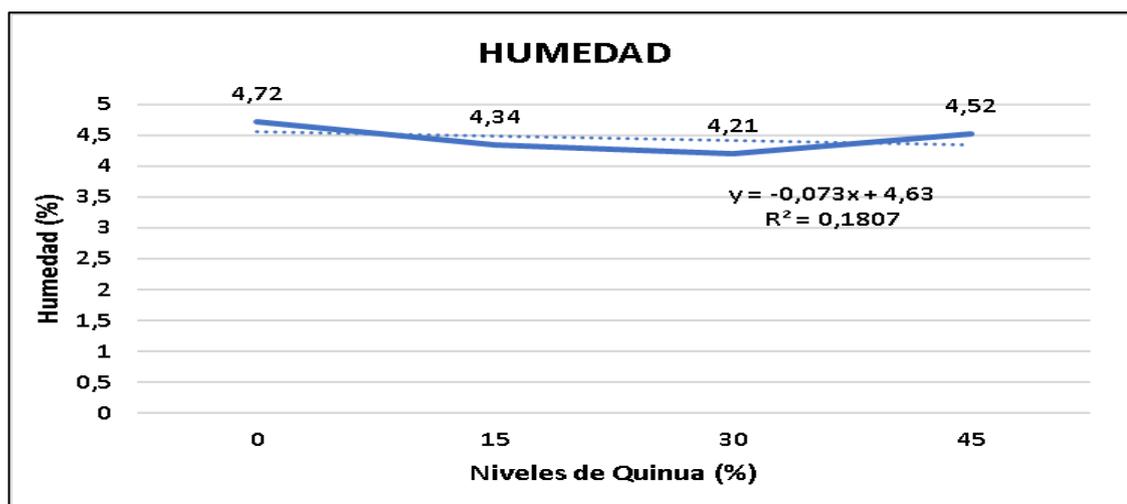


Ilustración 4-1: Análisis del % de humedad de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua

Realizado por: Naigua D., 2023

Al analizar el porcentaje de humedad de los snacks, se evidenció que no existen diferencias significativas por efecto de los diferentes niveles de quinua, sin embargo las medias varían entre los tratamientos, siendo el máximo porcentaje el del (T0) con 4,72% en comparación al (T2) con 4,21% como se muestra en la ilustración 4-1, la cantidad de humedad presente en el producto es crucial cuando se trata de su almacenamiento y vida útil, ya que los niveles por debajo del 10% disminuyen el riesgo de desarrollo de microorganismos (Jagbir, et al., 2017, pp. 15-21), de acuerdo con la (NTE INEN 2561, 2010) referente a “bocaditos de productos vegetales”, el valor máximo de porcentaje de humedad es de 5% por lo que todos los tratamientos cumplen con este requisito ya que ninguno rebasa este valor.. Así también la humedad final en el producto tiene una incidencia en la textura del snack ya que afecta directamente a su comportamiento reológico, provocando que estos snacks sean más o menos crujientes, lo cual resulta un factor determinante en la aceptabilidad del consumidor (Barallat, 2017, p. 6), los valores de humedad coinciden con lo reportado por (Billeb de Sinibaldi, 2001, pp. 86-94) en estudios realizados con harinas nixtamalizadas donde la humedad promedio fue de 4.88%, esto se debe a que se utilizó el mismo método de cocción que es el horneado que consiste en reducir la humedad de la masa laminada mediante la aplicación de un flujo de aire caliente y constante, provocando su deshidratación por convección forzada. Por el contrario, (Arriola, 2020), registró una humedad de 2 % en bocaditos a base de maíz valor que difiere con lo obtenido en esta investigación esto se debe a que (Arriola, 2020), empleo la fritura como método de cocción ya que, durante la etapa de fritura, se produce una deshidratación rápida, alcanzando niveles de humedad entre el 1,5% y el 2,5% (Almeida, 1996, pp. 14-19)

4.1.2. Cenizas

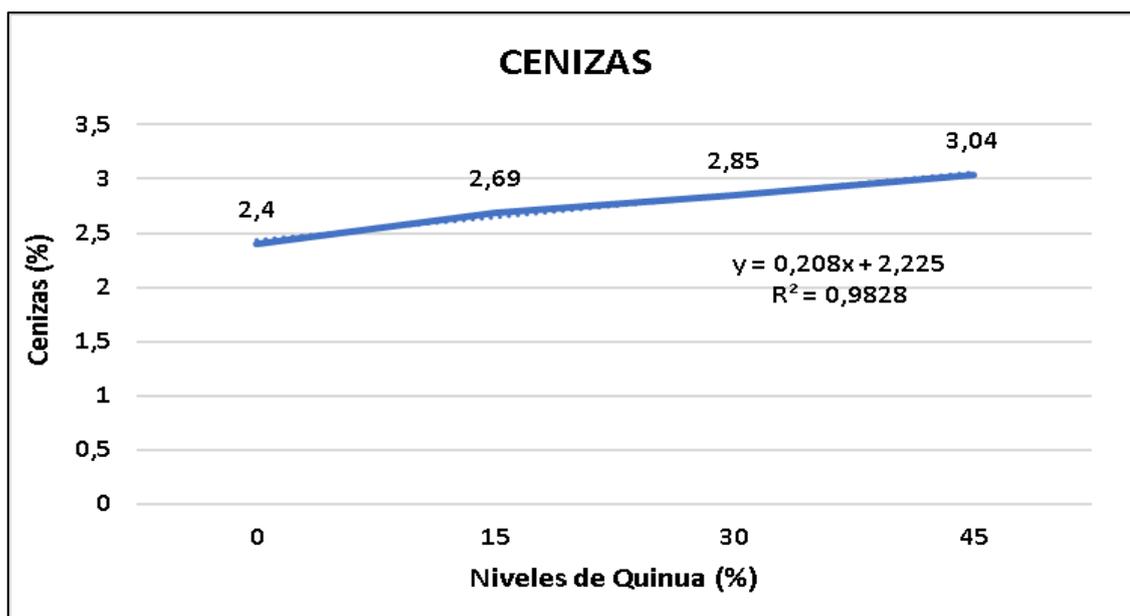


Ilustración 4-2: Análisis del % de ceniza de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua

Realizado por: Naigua D., 2023

Por efecto de los diferentes niveles de quinua empleados, el porcentaje de cenizas en los snacks presentó diferencias altamente significativas, siendo el (T3) con 45% harina de quinua el que registró un mayor porcentaje de cenizas con un valor de 3.04 %, mientras que el menor porcentaje de cenizas se registró en el (T0) con 0% de inclusión de harina de quinua, con una media de 2,4% como se indica en la ilustración 4-2. Las diferencias entre los porcentajes de cenizas se debió a la adición de la quinua ya que este pseudocereal es rico en minerales, específicamente resalta el alto contenido de calcio, magnesio, zinc, potasio y hierro (Rojas, et al., 2011, pp. 7-12) enriqueciendo así al producto final, estos datos obtenidos se asemejan con el trabajo de (Olalla, 2019, pp. 21-43) cuyo tema es el desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz, quinua y haba nixtamalizados ya que dicho autor registra un porcentaje de cenizas del 2,35%, también es similar a lo reportado por (Maya, 2011, p. 102), donde obtuvo 3,15% – 3,77 % de cenizas para productos que contienen maíz, haba y quinua nixtamalizados; a parte de los minerales que contiene tanto el maíz morado y la quinua, el porcentaje considerable de ceniza se debe a la interacción entre los gránulos de almidón y los minerales como calcio, magnesio, sodio y potasio, que se difunden en el espacio entre el endospermo y el germen de los granos durante la cocción alcalina, por lo que se produce un incremento en el contenido de cenizas en el producto elaborado (Olalla, 2019, pp. 21-43), ya que la concentración de cenizas en el grano de maíz sin nixtamalizar es aproximadamente del 1,3% según (Lunven, 2017).

4.1.3. Fibra

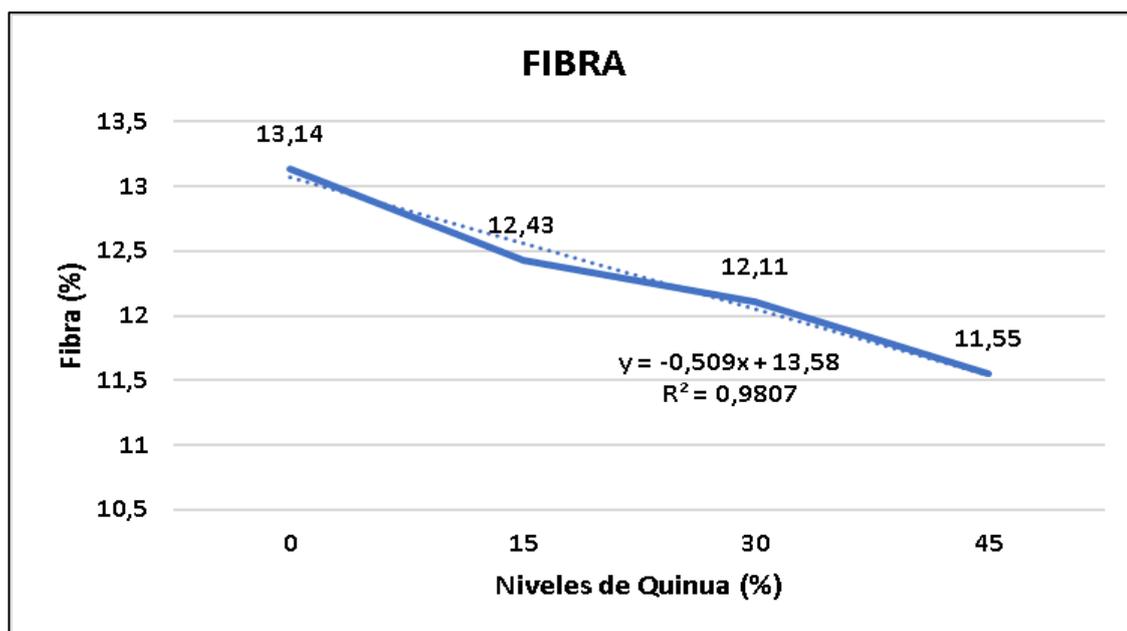


Ilustración 4-3: Análisis del % de fibra de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua

Realizado por: Naigua D., 2023

De acuerdo al análisis de varianza el porcentaje de fibra en los snacks presentó diferencias altamente significativas por efecto de los diferentes niveles de quinua utilizados en la elaboración de los snacks, es así que el Tratamiento control (0% harina de quinua) es el que registró una mayor cantidad de fibra con una media de 13,14%, seguido por el tratamiento 1 con un porcentaje de fibra de 12,43%; el porcentaje de fibra desciende al aumentar el nivel de quinua, por lo que el tratamiento 3 (45 % harina de quinua) es el que presentó un menor contenido de fibra 11,55% como se muestra en la ilustración 4-3. Según (Lunven, 2017), la mayor cantidad de fibra se encuentra en el pericarpio o cubierta seminal del grano del maíz aproximadamente un 87%, sin embargo, el proceso de nixtamalización disminuye la cantidad de fibra cruda por el lavado que es expuesto el nixtamal, de acuerdo con (Báez, 1990 citado en García, 2004) se reduce un 46% de fibra cruda en el maíz por el proceso de nixtamalización. Los resultados que se obtuvieron en esta investigación difieren con lo presentado por el investigador (Olalla, 2019, pp. 21-43) que obtuvo un 9,06% de fibra en snacks a base de maíz, quinua y haba, la diferencia de que nuestros resultados sean mayores se debió a que, al realizar el lavado del maíz después del remojo en la solución alcalina, no se eliminó completamente la cáscara, y es que, al tratarse de maíz morado este perdería su capacidad antioxidante que se encuentra presente en el pericarpio por la presencia de las antocianinas, ya que, estos pigmentos se encuentran acumulados en un 90,2% en el pericarpio (Espinosa, et al., 2009, pp. 303-309).

4.1.4. Grasa

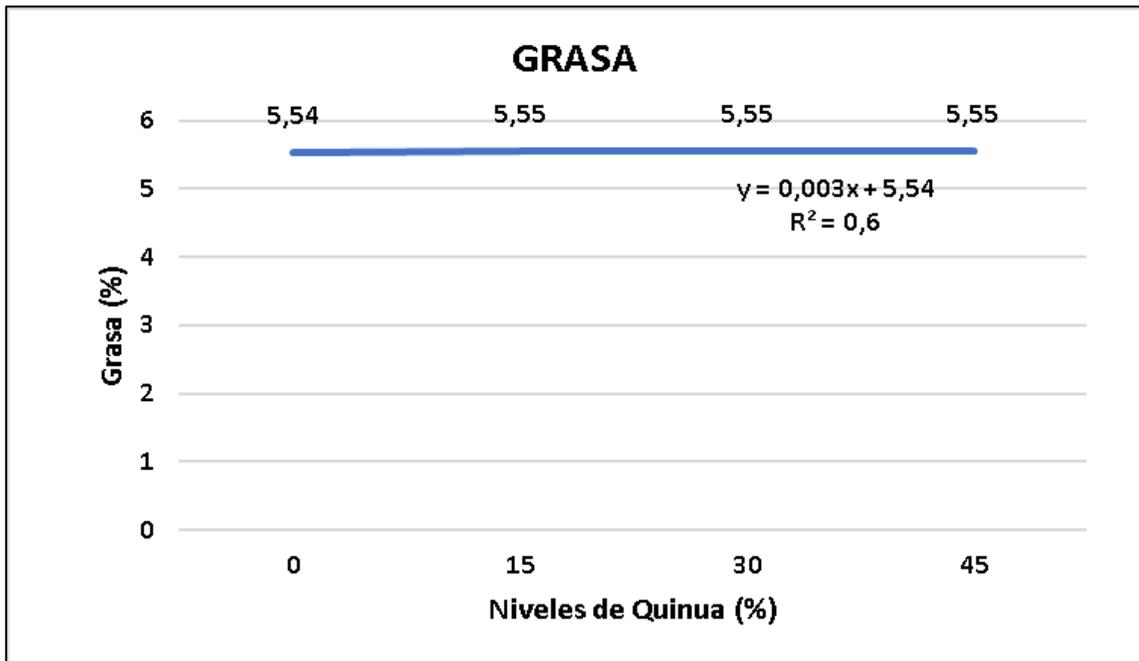


Ilustración 4-4: Análisis del % de grasa de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua

Realizado por: Naigua D., 2023

En la ilustración 4-4 se presenta el porcentaje de grasa de los snacks a base de maíz morado con diferentes porciones de harina quinua, donde no se presentaron diferencias significativas y en el cual se consiguió un resultado máximo de 5,55% al utilizar 15%, 30% y 40% de harina de quinua, mientras que el tratamiento con 0% de harina de quinua obtuvo un 5.54% de grasa. Estos resultados cumplen con el requisito máximo de grasa de 40% que establece la (NTE INEN 2561, 2010) referente a bocaditos de productos vegetales, la datos obtenidos del porcentaje de grasa se acercan a lo expuesto por (Olalla, 2019, pp. 21-43), que reporta un porcentaje de grasa de 3,28%, y (Escobedo, 2013, p. 55), que obtuvo un 5,15% de grasa en botanas hechas con maíz nixtamalizado, las similitudes en el porcentaje de grasa que se obtuvo en esta investigación con la de los autores antes mencionados, es que, se empleó el mismo método de cocción en los snacks, aplicando el horneado sin necesidad de la inmersión de los snacks en aceite, mientras que en el estudio llevado a cabo por (Hurtado, et al., 2001, pp. 303-308), en su investigación referente a snacks realizados con maíz amarillo duro y fréjol, sus resultados revelaron un porcentaje de grasa de 11, 7%, ya que dicho investigador empleó la técnica de fritura profunda para la cocción de su productos, notándose la diferencia que existe en el contenido de grasa por los diferentes métodos de cocción usados, ya que al evitar utilizar la fritura se consiguió reducir la absorción de grasas y aceites en el producto terminado.

4.1.5. Proteína

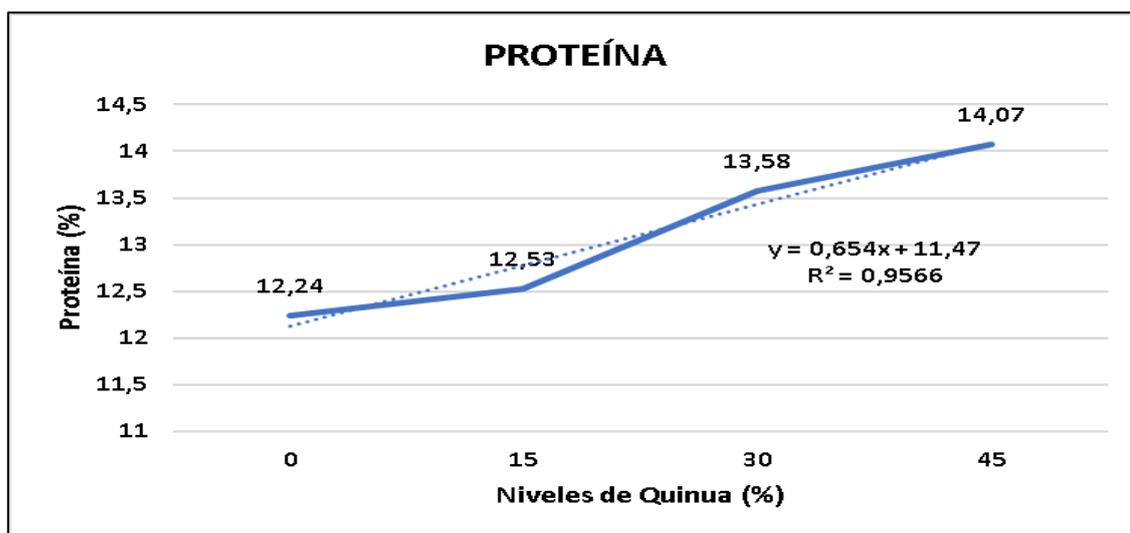


Ilustración 4-5: Análisis del % de proteína de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua

Realizado por: Naigua D., 2023

El contenido de proteína en los snacks tuvo diferencias altamente significativas por efecto de la adición de harina de quinua, tal como se presenta en la ilustración 4-5, el máximo porcentaje de proteína lo obtuvo el (T3) con 45% de harina de quinua añadida y el (T2) con 30% de harina de quinua con medias de 14,07% y 13,58% respectivamente, mientras que el (T1) con 15% de harina de quinua alcanzó un 12,53% de proteína por lo que el menor porcentaje de proteína lo presentó el tratamiento control con 12,24%. Autores como (Olalla, 2019, pp. 21-43) obtuvo 10,91% de proteína en snacks de maíz, quinua y haba, mientras que (Castillo, et al., 2009, pp. 425- 432) determinó valores entre 10,4% y 9,5% de proteína para maíces nixtamalizados. Los porcentajes de proteína reportados en esta investigación son mucho mayores a la de los investigadores que se mencionaron anteriormente por la quinua que se añadió en los snacks, puesto que este pseudocereal tiene un alto valor proteico debido a su mayor contenido de aminoácidos esenciales en comparación con el trigo, arroz y maíz (Rojas, et al., 2016, pp. 114-124), el contenido de proteína presenta valores que oscilan entre el 10,4% y el 17,0% de su porción comestible (FAO, 2022). Así también el contenido de proteína en el maíz no se ve significativamente alterado después de la nixtamalización, las disparidades en los informes existentes sobre el contenido de proteína se deben a las variaciones en el contenido de proteína entre diferentes tipos de maíz (Paredes, et al., 2009, pp. 60-70), el maíz morado presenta un porcentaje del 11% de proteína (Guillén, et al. 2014, pp. 211-217). Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, se observó que el incremento de harina de quinua en cada tratamiento ha influido de manera directa y significativamente en el aumento del porcentaje de proteína en los snacks.

4.2. Análisis microbiológicos

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis microbiológico en los snacks de maíz morado con adición de harina de quinua en el cual se realizó el recuento de mohos, E.coli, y recuento estándar en placa, los cuales se compararon con los requisitos microbiológicos que establece la NTE INEN 2561 de bocaditos de productos vegetales.

Tabla 4-2: Resultados análisis microbiológico de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y harina de quinua

Microorganismos	Niveles de harina de Quinua			
	T0	T1	T2	T3
	0%	15%	30%	45%
Mohos (UFC/g)	9,14E+01	7,27E+01	9,14E+01	4,45E+01
E. coli (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Recuento estándar en placa (UFC /g)	1,20E+03	9,45E+03	7,11E+03	8,59E+03

Realizado por: Naigua D., 2023

El contenido de mohos presentó un máximo de 9,14E+01 UFC/g y un mínimo de 4,45E+01 UFC/g en los snacks preparados, cumpliendo con la normativa INEN 2561 de bocaditos de productos vegetales que establece un límite de mohos de 10^2 UFC/g. El Recuento estándar en placa reporto un máximo de 9,45E+03 UFC/g y un mínimo de 1,20E+03 UFC/g en el producto final, también cumpliendo con la normativa INEN 2561 que establece un límite de mohos de 10^2 UFC/g. Finalmente la E. coli presento Ausencia en todos los tratamientos cumpliendo los requisitos dispuestos por la INEN 2561.

La nixtamalización, además de ser un proceso utilizado para la preparación de alimentos, también funciona como un método de conservación debido a que durante la cocción de los granos, el calor húmedo destruye los microorganismos, y en la cocción de la masa, el calor seco también contribuye a su eliminación (Olalla, 2019, pp. 21-43), y por lo cual también se verifica que el producto se lo realizó cumpliendo parámetros de inocuidad. Estos parámetros se aplicaron desde el momento de la selección de la materia prima, el área de elaboración, y los materiales que se utilizó en todo el proceso de producción.

4.3. Análisis sensorial

En la tabla 4-3 se muestran los resultados del análisis sensorial en los snacks de maíz morado con adición de harina quinua en el cual se evaluó 4 parámetros: olor, color, sabor, textura; en una escala hedónica de 5 puntos.

Tabla 4-3: Resultados análisis sensorial de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y quinua.

Parámetros	Niveles de harina de quinua				
	T0	T1	T2	T3	Prob.
	0%	15%	30%	45%	
Olor	3,00 a	3,00 a	3,00 a	3,00 a	0,9349
Color	2,00 a	2,00 a	3,00 b	3,00 b	<0.0001
Sabor	3,00 b	4,00 c	2,00 a	2,00 a	<0.0001
Textura	4,00 c	3,00 b	2,00 a	2,00 a	<0.0001

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

Realizado por: Naigua D., 2023

Tabla 4-4: Valoración Análisis sensorial

Puntaje	Valoración
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Realizado por: Naigua D., 2023

4.3.1. Olor

En la tabla 4-3 se muestra que todos los tratamientos tienen una puntuación de 3 correspondiente a la categoría “no me gusta ni me disgusta”, no existiendo diferencias significativas, el proceso de nixtamalización no afectó en el olor de los snacks debido a que no se utilizó cantidades elevadas de cal impidiendo la saturación de este componente químico, evitando así olores fuertes a tierra, olor característico de la cal.

4.3.2. Color

Como indica la tabla 4-3 existen diferencias altamente significativas, los tratamientos con puntajes más elevados son el T2 y T3 con 3 puntos que corresponde a “no me gusta ni me disgusta”, mientras que el T0 y T1 obtuvieron un puntaje de 2 cuya valoración es “me disgusta moderadamente”, las diferencias de puntajes se puede deber a que tanto el tratamiento control como el T1 son de colores oscuros por efecto de la pigmentación del maíz morado que en sus respectivas formulaciones se encuentra en mayor cantidad, haciendo que los panelistas se decidan por un color de snack más claro, debido a que el color permite determinar la aceptación y preferencia del producto (Clydesdale, 2009, pp. 93-101) .

4.3.3. Sabor

Referente al sabor existen diferencias altamente significativas, el tratamiento con mayor puntaje fue el T1 al que se le adicionó 15% de harina de quinua en la formulación de los snacks correspondiéndole una valoración de “me gusta moderadamente” y un puntaje de 4 como se indica en la tabla 4-3. Según (Maya, 2011, p.41) el proceso de nixtamalización mejora los sabores haciendo a los alimentos más apetecibles, sin embargo, al utilizar una cantidad elevada de harina de quinua la valoración en cuanto al sabor disminuye, es así que el T2 y T3 fue el que obtuvo 2 como puntaje, cuya valoración es “me disgusta moderadamente” ya que son los tratamientos que se utilizaron 30 % y 45 % de harina de quinua.

4.3.4. Textura

La tabla 4-3 muestra que existen diferencias altamente significativas, siendo el tratamiento control el mejor evaluado con un puntaje de 4 y una valoración de “me gusta moderadamente”, en este tratamiento no se empleó harina de quinua, por lo que solo al utilizar harina de maíz, hay un mayor aporte de almidón en el producto final y de acuerdo con (Matos, 2013, p. 210), una mayor cantidad de almidón ayuda a mantener una estructura estable y fresca en los snacks por mayor tiempo ; por el contrario el T2 y T3 en el que se utilizó 30% y 45% de harina de quinua presentó un puntaje de 2 valorado como “me disgusta moderadamente” siendo el menor puntaje entre los tratamientos.

4.4. Análisis de costos

Tabla 4-5: Resultados análisis de costos de la nixtamalización del maíz morado

Cantidad procesada		1 kg de maíz nixtamalizado		
Descripción	Unidad	Precio por unidad (\$)	Cantidad	Precio Total
Maíz morado	kg	1,2	1,00	1,2
Cal	kg	0,5	0,020	0,01
Agua	L	0,5	2,00	1
Costo de producción				2,21

Realizado por: Naigua D., 2023

Tabla 4-6: Análisis de costos de los snacks a base de maíz morado nixtamalizado y harina de quinua

Cantidad procesada			1 kg		1 kg		1 kg		1 kg	
			T 0		T 1		T 2		T 3	
			0%		15%		30%		45%	
Descripción	Unidad	Precio por unidad (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)						
Harina de maíz nixtamalizado	kg	2,21	0,73	1,60	0,62	1,36	0,51	1,12	0,40	0,88
Harina de quinua	kg	1,5	0,00	0,00	0,11	0,16	0,22	0,33	0,33	0,49
Sal	kg	0,56	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Agua	L	0,5	0,25	0,13	0,25	0,13	0,25	0,13	0,25	0,13
Goma Guar	kg	24	0,01	0,24	0,01	0,24	0,01	0,24	0,01	0,24
Ajo en polvo	kg	8	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,00	0,01
Fundas de polipropileno	-	0,1	4	0,40	4	0,40	4	0,40	4	0,40
Mano de Obra	h	1,88	3	5,64	3	5,64	3	5,64	3	5,64
Gas y Energía eléctrica				0,3		0,3		0,3		0,3
Costo de producción /kg				8,32		8,25		8,17		8,09
Costo de producción/50 g de producto				0,208		0,206		0,204		0,202
Ingresos (Venta por 50 gramos)				0,3		0,3		0,3		0,3
Beneficio/Costo				1,39		1,40		1,42		1,43

Realizado por: Naigua, D., 2023

4.4.1. Costos de producción

Los costos de producción por cada kilogramo de snacks producidos descienden de acuerdo con el nivel de quinua añadido, es así que, el T0 tuvo el costo de producción más alto con \$ 8,32, debido a que no se utilizó quinua en la formulación de los snacks. Para los tratamientos en los que se utilizó quinua, el costo de producción más bajo fue el T4 al utilizar 45% de harina de quinua. Mediante la tabla 4-6. se puede comprobar que existe una relación inversamente proporcional entre los niveles de harina de quinua y los costos de producción, ya que, la materia prima que mayor precio tiene es el maíz nixtamalizado por lo que al sustituirla parcialmente por los niveles de quinua los costos de producción disminuyen.

4.4.2. Indicador Beneficio/Costo

El costo de los tratamientos fue estimado para 1 kg de producto que se dividió para la cantidad de presentación que comúnmente tienen estos productos, estableciendo una presentación de 50 gramos de snacks que se ofrecerá al público, por lo que según el indicador beneficio-costo cuyo principio manifiesta “que será rentable siempre y cuando sea un número mayor que la unidad” (Díaz, 2017, pp. 322-343), es así que es rentable elaborar cualquier tratamiento ya que sus beneficio-costo superan a la unidad, siendo el T4 el que presentó un mayor beneficio costo de \$1,43 como se indica en la tabla 4-6, es decir que mientras más se aumenta los niveles de harina de quinua como sustitución de la harina de maíz nixtamalizada mayor será el beneficio-costo.

CONCLUSIONES

- Tras el análisis de las características físico-químicas de los snacks se demostró que en el contenido de humedad destaca el tratamiento con 0% de harina de quinua que presentó el mayor porcentaje de humedad de 4,72%. En cuanto a las cenizas, se obtuvo un valor máximo de 3,04% perteneciente al tratamiento T3 (45% harina de quinua). Con relación al contenido de fibra, el tratamiento control exhibió el valor máximo entre los diferentes tratamientos, con un 13,14%. En lo que respecta al porcentaje de grasa el T0 fue el que obtuvo un menor contenido de grasa con 5,54%. Por último, el T3 se destacó por obtener el mayor porcentaje de proteína, con un valor de 14,07%.
- Se realizó el análisis microbiológico en los snacks, en el cual se registraron UFC/g de mohos y recuento total en placa, dentro de los límites máximos establecidos por la NTE INEN 2561 así también se registró ausencia de E. coli, lo que refleja que los snacks preparados son aptos para el consumo.
- En la evaluación sensorial de los atributos de los snacks, se observaron resultados similares en cuanto al olor, donde no existieron diferencias significativas, obteniendo todos los tratamientos un puntaje de 3. En relación al color, tanto el T2 como el T3 alcanzaron un valor de 3. En el caso del sabor, el T1 destacó con el puntaje más alto de 4. Por otro lado, en la evaluación de la textura de los snacks, el tratamiento control obtuvo el mayor puntaje, con una calificación de 4.
- A partir del análisis de costos se determinó que los costos de producción se elevan al utilizar mayor cantidad de maíz nixtamalizado, por lo que el T3 con \$8,09/kg es el que cuesta menos en producir, por lo que su beneficio costo es más alto con \$1,43.

RECOMENDACIONES

- Aplicar el método de nixtamalización en la quinua en futuras investigaciones y analizar las repercusiones en su contenido nutricional.
- Analizar el efecto de la nixtamalización en el contenido de antocianinas del maíz morado y como podría repercutir en la composición nutricional de productos elaborados.
- Utilizar otros cereales y pseudocereales andinos para la elaboración de snacks nixtamalizados.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA DÍAZ, Anailys. “El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas” *COFIN Habana* [en línea], 2017, (Cuba) 11 (12), pp. 322-343. [Consulta: 2023-06-14]. ISSN 2073-6061. Disponible en: <https://revistas.uh.cu/cofinhab/article/view/1024>

ALMEIDA, H. D., & ROONEY, L. W. “Avances en la manufactura y calidad de los productos de maíz nixtamalizado. In: Excelencia en calidad de tortillas y botanas de maíz y trigo. Asociación americana de soya” *United Soybean Board*, 1996, (México), pp. 14-19.

ARRIOLA GUEVARA, Enrique, GUDIÑO GARCÍA, Dafrine Monserrat, PRADO RAMÍREZ, Rogelio & MONDRAGÓN CORTEZ, Pedro Martín, CORONA GONZÁLEZ, Rosa Isela & GUATEMALA MORALES, Guadalupe María. “Estudio de los parámetros de freído sobre las propiedades físicoquímicas de una botana hecha de harinas de maíz, chicharo y salvado de avena” *Braz. J. Food Technol* [en línea], 2020, (Venezuela). 23. [Consulta: 2023-05-15]. ISSN 1981-6723. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.29718>

BARALLAT GARCÍA, Isabel. Harinas extruidas en la industria alimentaria [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, Madrid, España. 2017. p. 6. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15335/1/T-UCSG-PRE-ESP-MD-CM-228.pdf>

BILLEB DE SINIBALDI, Ana Cristina & BRESSANI, Ricardo. “Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz” *Scielo* [en línea], 2001, (Venezuela) 51(1), pp. 86-94. [Consulta: 2023-05-15]. ISSN 2309-5806. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000100012&lng=es&tlng=es.

BONILLA SALINAS, Mónica; PAJARES, Silvia; VIGUERAS, Gabriel; SIGALA, Juan Carlos; LE BORGNE, Sylvie. Manual de Prácticas de Microbiología básica [En línea] (Trabajo de titulación) (Licenciatura). Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Ciudad de México, México. 2016. p. 33. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: https://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/23Manual%20de%20microbiologia_09diciembre2016.pdf

BORJA FORNELL, María José. Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades mejoradas de maíz morado (*Zea mays*) en Tumbaco (trabajo de titulación) [en línea]. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Quito, Ecuador. 2013. p. 18. [Consulta: 2023-03-10]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2452>

BURGOS, Janina; JARA, Sabrina & QUINTAR, Paola. Harina de maíz morado: Composición nutricional. Elaboración de galletitas. Determinación de calidad galletera y Evaluación sensorial (trabajo de titulación) (licenciatura) [en línea]. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 2015. p. 11-13. [Consulta: 2023-03-10]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11086/12807>

CALISTO GUZMÁN, Luis Antonio. Desarrollo de producto snack a base de materias primas no convencionales: poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Santiago, Chile, 2009. pp. 35-40 [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105325>

CASTAÑEDA, Sánchez. “Propiedades nutricionales y antioxidantes del maíz azul (*Zea Mays* L.)”. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* [en línea]. 2011 (México) 2(5), pp.75-83. [Consulta: 2023-03-10]. Disponible en: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5\(2\)-Castaneda-Sanchez 2011.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5(2)-Castaneda-Sanchez 2011.pdf)

CASTILLO, V., OCHOA, M., FIGUEROA, C., DELGADO, L., GALLEGOS, I. & MORALES, C. “Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal”. *ALAN* [en línea], 2009, (Venezuela) 59 (4), pp. 425-432. [Consulta: 2023-07-15]. ISSN 2309-5806. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000400011&lng=es&nrm=iso

CHACÓN ORDUZ, Gabriel; MUÑOZ RINCÓN, Alejandra; QUIÑÓNEZ MOSQUERA, Alejandro. “Descripción del mercado de los snacks saludables en Villavicencio, Meta” *Revista Libre Empresa* [en línea], 2017, (Colombia) 14(2), pp. 33-45. [Consulta: 2023-05-17]. ISSN 1657-2815. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18041/libemp.2017.v14n2.28202>

CLYDESDALE, Fergus M. “El color como factor en la elección de alimentos” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [en línea], 2009, (Reino Unido) 33(1), pp. 83-101. [Consulta: 2023-05-18]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10408399309527614>

CUADRADO ALVEAR, Silvana Alejandra. La quinua en el Ecuador situación actual y su industrialización (trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Administración de empresas, Quito, Ecuador. 2012. p. 13. [Consulta: 2023-06-20]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5221>

CRUZ LEIVA, Mario Francisco, GARCÍA BOLAÑOS, Carlos Mauricio & GARCÍA RIVERA, Ricardo Antonio. Desarrollo y formulación de un snack nutritivo libre de gluten (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, El Salvador. 2016. [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9583>

DE LA PORTILLA CAZARES, Edwin Fabricio, Juan Virgilio. Diseño de un snack a base de granos de maíz negro/morado *Zea mays l.* y evaluación de sus propiedades funcionales [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Ibarra, Ecuador. 2018. p. 1-2. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7838/1/03%20EIA%20449%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

DÍAZ, Aguilera. “El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas”. *Cofin Habana* [en línea], 2017, (Cuba) 12(2), pp. 322-343. [Consulta: 2023-05-19]. ISSN 2073-6061. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&nrm=iso

ESCOBEDO GARCÍA, Jorge Iván. Desarrollo de una botana complementada con amaranto (*amaranthus hypochondriacus*) para aumentar su calidad nutrimental (trabajo de titulación) (ingeniería). [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, México. 2013. P. 55. [Consulta: 2023-07-15]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/0687435/0687435.pdf>

ESPINOSA TRUJILLO, Edgar; MENDOZA CASTILLO, María del Carmen, CASTILLO GONZÁLEZ, Fernando; ORTIZ CERECERES; DELGADO ALVARADO, Adriana &

CARRILLO SALAZAR, Alfredo. “Acumulación de antocianinas en pericarpio y aleurona del grano y sus efectos genéticos en poblaciones criollas de maíz pigmentado” *Revista fitotecnia mexicana* [en línea], 2009, (México) 32(4), pp. 303-309. [Consulta: 2023-06-16]. ISSN 0187-7380. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000400009&lng=es&nrm=iso

FABRES, Matías Exequiel. Consumo degolosinas snacks y bebidas carbonatadas en adolescentes de 10 a12 años de dos colegios de la ciudad de Rosario) (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Rosario, Argentina. 2011. p. 15 [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/tc106483.pdf>

FAO [En línea] Caracterización del Mercado de Quinoa en el Ecuador, Quito, Ecuador. 2006. pp. 37-40

FAO. *Propiedades Nutricionales de la quinua* [blog]. Plataforma de información de la quinua. 2023. [Consulta: 2023-03-13]. Disponible en: <https://www.fao.org/in-action/quinua-platform/quinua/alimento-nutritivo/es/>

FAO. Valor nutricional- International Year of Quinoa 2013. [blog]. 2022. [Consulta: 17 mayo 2023]. Disponible en: https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/?no_mobile=1

FLORES FARÍAS, Rivelino, MARTÍNEZ BUSTOS, Fernando, SALINAS MORENO, Yolanda, RÍOS, Elvira. “Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado” *Agrociencia* [en línea]. 2002 (México) 36 (5). pp. 557-567. [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30236507.pdf>

GARCÍA MÉNDEZ, Susana. Estudio nutricional comparativo y evaluación biológica de tortillas de elaboradas por diferentes métodos de procesamiento. (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Instituto Politécnico Nacional, México. 2004. p. 10 [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/2601/TESIS.%20SGM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUILLÉN SÁNCHEZ, Jhoseline; MORI ARISMENDI, Sigry, & PAUCAR MENACHO, Luz María. “Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. Subnigroviolaceo” *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2014, (Perú) 5 (4), pp. 211-217. . [Consulta: 2023-05-17]. ISSN 2077-9917. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.04.05>

GUTIÉRREZ, Hermosillo. *La tecnología prehispánica con beneficios de generación en generación, mezcla de ingredientes testimonio de saber campesino.* [en línea]. La Paz-Bolivia: Asociación de Consumidores Orgánicos, 2017. [Consulta: 2023-03-13]. Disponible en: https://consumidoresorganicos.org/2017/06/20/maiz_agua_cal/

HARO SALAZAR, Silvia Dennise & MADRID CALDERÓN, Stefany Anabel. Propuesta para la utilización de la harina de maíz morado (*Zea Mays* L.) en la elaboración de panes (trabajo de titulación) (Licenciatura) [en línea]. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador. 2019. p.1 2019. [Consulta: 2023-06-20]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46770>

HERRERA GONZÁLEZ, Delia Thalía. Propuesta de elaboración de harina de maíz morado, amarillo y blanco, nixtamalizado y no nixtamalizado para su aplicación en la repostería (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Carrera de Gastronomía, Cuenca, Ecuador. 2019. pp. 5-35 [Consulta: 2023-03-13]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32690>

HURTADO, María Luz, ESCOBAR, Berta & ESTÉVEZ, Ana María. “Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo snack” *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [en línea], 2001, (Venezuela) 51 (3), pp. 303-308. [Consulta: 2023-05-17]. ISSN 2309-5806. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000300014&lng=es&nrm=iso

JAGBIR, Rehal & GAGAN, Kaur & AMARJEET, Kaur & AK, Singh. “Evaluación Comparativa de Diferentes Atributos de los Snacks Extruidos Existentes” *Journal of Krishi Vigyan* [en línea], 2017, (Ludhiana) 5(2), pp. 15-21. [Consulta: 2023-05-15]. ISSN 2349-4433. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/314262589_Comparative_Evaluation_of_Different_Attributes_of_the_Existing_Extruded_Snacks

LARIA MECHACA, Julio. Estudio del mecanismo de incorporación del agua y el calcio en el pericarpio del grano de maíz nixtamalizado (trabajo de titulación) (doctoral) [en línea]. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Altamira, México. 2004. pp. 58-71. [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/1079>

LUCERO, O. Guía de Prácticas de Bromatología. Riobamba- Ecuador. Xerox. 2005, pp 12, 15, 17.

LUNVEN, P. *El maíz en la nutrición humana* [en línea]. FAO. Roma, Italia. 2017. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>

MATOS SEGURA, María Estela. Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas (trabajo de titulación) (Doctoral) [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2013. p. 210. [Consulta: 2023-05-18]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=80261>

MAYA OCAÑA, Karina. Caracterización física, nutricional y no-nutricional de maíz, haba y quinua sometida a tratamiento térmico (trabajo de titulación) (maestría) [en línea]. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México. 2011. p. 102. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/8230>

MAYA OCAÑA, Karina. Caracterización física, nutricional y no-nutricional de maíz, haba y quinua sometida a tratamiento térmico (trabajo de titulación) (maestría) [en línea]. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México. 2011. p. 41. [Consulta: 2023-05-18]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/8230>

MAYORGA GAVILANES, Victoria Bernarda. Estudio de las propiedades reológicas y funcionales del maíz nativo “racimo de uva” *Zea mays* L. (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera Ingeniería en Alimentos, Ambato, Ecuador. 2010. pp. 10-25 [Consulta: 2023-03-10]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5430>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. *Boletín Situacional Quinua* [en Línea]. 2018. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/granos/quinua>

NTE INEN 187. *Granos y Cereales. Maíz en grano. Requisitos.* [en Línea]. 1995. [Consulta: 2023-03-20]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/187.pdf>

NTE INEN 518. *Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.* [en Línea]. 1980. [Consulta: 2023-03-20]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/518.pdf>

NTE INEN 519. *Harinas de origen vegetal determinacion de la proteina.* [en Línea]. 1980. [Consulta: 2023-03-20]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/519.pdf>

NTE INEN 520. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.* [en Línea]. 2013. [Consulta: 2023-03-20]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520-1R.pdf>

NTE INEN 522. *Harinas de origen vegetal determinacion de la fibra cruda.* [en Línea]. 1980. [Consulta: 2023-03-20]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522.pdf>

NTE INEN 1529-5. *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilo.* [en Línea]. 2006. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-5-1.pdf

NTE INEN 1529-7. *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes. Por la técnica de recuento de colonias.* [en Línea]. 2013. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-7-1.pdf

NTE INEN 1529-10. *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.* [en Línea]. 2013. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf

NTE INEN 2561. *Bocaditos de Productos Vegetales. Requisitos.* [en Línea]. 2010. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2561.pdf

OLALLA CHICAIZA, William Andrés. Desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados (Trabajo de titulación) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera de Ingeniería en Alimentos, Ambato, Ecuador. 2019. p. 21-43. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30179>

ORCHARDSON, Emma. *¿Qué es la nixtamalización?* [blog]. 2021. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-nixtamalizacion/>

OROZCO BARÓN, Luis Andrés & BUSTAMANTE QUINTERO, Diego Leonardo. Introducción al mercado de un Snack a base de habas de la empresa TOSHABA SAS [en línea]. (Trabajo de titulación) (Tecnólogo). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia. 2016. pp. 30-45. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/4399>

ORTIZ CORDERO, Juan Virgilio. Análisis del comportamiento de compra de snacks saludables de frutos secos y deshidratados en la ciudad de Cuenca parroquia Totoracocha [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Especialidades Empresariales, Carrera de Marketing, Guayaquil, Ecuador. 2020. pp. 3-26. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15335/1/T-UCSG-PRE-ESP-MD-CM-228.pdf>

PAREDES LÓPEZ, Octavio, GUEVARA LARA, Fidel & BELLO PÉREZ, Luis Arturo. “La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz” *Ciencias* [en línea], 2009, (México) 92-93, pp. 60-70. [Consulta: 2023-01-12]. ISSN 0187-6376. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64412119010>

PATRÓN FARIAS, Mariana. La Quinua y sus propiedades nutricionales. [en línea]. AADYN. 2019. [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <https://www.aadynd.org.ar/descargas/prensa/gacetilla-quinua-julio-2019.pdf>

PERALTA, Eduardo. La Quínua en el Ecuador, Estado del Arte [en línea] INIAP-Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador. 2009. p. 16. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf>

PEREZ RÁMOS, Katherin & PEÑAFIEL, Carlos Elías & DELGADO SORIANO, Victor. “Bocadito con alto contenido proteico: un extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y camote (*Ipomoea batatas* L.)” *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2017, (Perú) 8 (4), pp. 377-388. [Consulta: 2023-01-12]. ISSN 2077-9917. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.09>

RODAS CASTILLO, Mayra Narcisa. Elaboración de Tortillas de Maíz Guagal (*Zea mays*) Nixtamalizado con la incorporación de Frijol Panamito (*Phaseolus vulgaris*) y Haba Major (*Vicia faba*) (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera Ingeniería en Alimentos, Ambato, Ecuador. 2017. [Consulta: 2023-03-13]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26314>

ROJAS, Wilfrido, ALANDIA, Gabriela, IRIGOYEN, Jimena & BLAJOS, Jorge. *La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial* [en línea]. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FAO, 2011. 37. pp. 7-12. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

ROJAS, Wilfrido; VARGAS MENA, Amalia & PINTO PORCEL, Milton. “La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria” *RIIARn* [en línea]. 2016 (Bolivia) 3 (2), pp. 114-124. [Consulta: 2023-06-16]. ISSN 2518-6868. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rriarn/v3n2/v3n2_a01.pdf

ROMO, Sandra; ROSERO, Aura; FORERO, Clara; CÉRON, Edmundo. “Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* w) variedad piartal en los andes colombianos primera parte”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario Agroindustrial* [en línea]. 2006 (Colombia) 4 (1), pp. 113-124. [Consulta: 2023-03-11]. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/639/271>

SALINAS MORENO, Yolanda; SORIA RUÍZ, Jesús & ESPINOSA TRUJILLO, Edgar. *Aprovechamiento y distribución de maíz azul en el Estado de México* [en línea]. Coatlinchan-México: Inifap, 2010. [Consulta: 2023-03-11]. Disponible en: <https://www.compucampo.com/tecnicos/maizazul-edomex.pdf>

VAGENAS, G. & KARATHANOS, V. “Predicción de la difusividad de la humedad en materiales granulares, con aplicaciones especiales en alimentos”. *Biotecnología. prog.* [en

línea].1991 (Estados Unidos) 7, pp. 416-426. [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/bp00011a006>

VÁSQUEZ PILCO, Jorge Vicente. Determinación de los parámetros óptimos en la aplicación de cal (CaO), cementina (Ca(OH)₂), ceniza e hidróxido de sodio (NaOH), para realizar elnixtamalizado de maíz (*Zea mays* L.) blanco variedad INIAP 101 y amarillo variedad guandango (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Ibarra, Ecuador. 2015. pp. 23-24. [Consulta: 2023-03-13]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5647>

VILACUNDO, Rubén; MIRALLES, Beatriz; CARRILLO, Wilman, HERNÁNDEZ LEDESMA, Blanca. “Propiedades quimiopreventivas in vitro de péptidos liberados de la proteína de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo digestión gastrointestinal simulada”. *Food Res Int.* [en línea]. 2018 (Estados Unidos) 105, pp. 403-411. [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.036>

VILCHES ALVAREZ, Felipe Andrés. Formulación y elaboración de un "snack" de arándano con incorporación de fibra dietética (trabajo de titulación) (ingeniería) [en línea]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agroonómicas, Escuela de Agronomía, Santiago, Chile. 2005. pp. 16-24 [Consulta: 2023-03-12]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101749>

YÁNEZ G., Carlos; RACINES JARAMILLO, Marcelo Rafael; CABALLERO, David. *Identificación de microcentros en el proyecto “producción, uso sostenible y conservación de dos cultivos tradicionales de maíz (chulpi y negro) en la Sierra del Ecuador”* [en línea]. Quito-Ecuador: INIAP/ESPOCH, 2011. [Consulta: 2023-03-10]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2824>



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA HUMEDAD DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA

	Niveles quinua (%)			
Repeticiones	0	15	30	45
I	4,30	4,41	4,55	4,75
II	4,87	4,34	4,08	4,58
III	4,90	4,38	4,11	4,07
IV	4,80	4,21	4,10	4,68

Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,59	3	0,2	3,33	0,0563
Error	0,71	12	0,06		
Total	1,3	15			

Separación de medias según Tukey ($p > 0.05$)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	4,72	4	0,12	A
T3	4,52	4	0,12	A
T1	4,34	4	0,12	A
T2	4,21	4	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CENIZAS DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA

	Niveles quinua (%)			
Repeticiones	0	15	30	45
I	2,40	2,90	2,74	2,99
II	2,38	2,44	2,99	3,09
III	2,39	2,67	2,86	3,04
IV	2,40	2,78	2,80	3,02

Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,88	3	0,29	23,04	<0,0001
Error	0,15	12	0,01		
Total	1,04	15			

Separación de medias según Tukey ($p > 0,05$)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango		
T3	3,04	4	0,06	A		
T2	2,85	4	0,06	A	B	
T1	2,69	4	0,06		B	
T0	2,4	4	0,06			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GRASA DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA

Repeticiones	Niveles quinua (%)			
	0	15	30	45
I	5,53	5,55	5,54	5,53
II	5,55	5,56	5,56	5,57
III	5,54	5,55	5,55	5,55
IV	5,54	5,55	5,54	5,54

Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	3,50E-04	3	1,20E-04	1,03	0,4159
Error	1,40E-03	12	1,20E-04		
Total	1,70E-03	15			

Separación de medias según Tukey ($p > 0,05$)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
15	5,55	4	0,01	A
45	5,55	4	0,01	A
30	5,55	4	0,01	A
0	5,54	4	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA FIBRA DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA

	Niveles quinua (%)			
Repeticiones	0	15	30	45
I	13,16	12,43	12,11	11,56
II	13,12	12,43	12,10	11,55
III	13,14	12,43	12,11	11,55
IV	13,15	12,43	12,11	11,55

Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	5,3	3	1,77	27718,7	<0,0001
Error	7,60E-04	12	6,40E-05		
Total	5,3	15			

Separación de medias según Tukey (p>0.05)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango			
T0	13,14	4	4,00E-03	A			
T1	12,43	4	4,00E-03		B		
T2	12,11	4	4,00E-03			C	
T3	11,55	4	4,00E-03				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO E: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PROTEÍNA DEL SNACK DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE QUINUA

	Niveles quinua (%)			
Repeticiones	0	15	30	45
I	12,25	12,97	13,83	14,12
II	12,22	11,98	13,26	13,99
III	12,23	12,47	13,55	14,06
IV	12,24	12,72	13,69	14,09

Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	8,94	3	2,98	50,01	<0,0001
Error	0,71	12	0,06		
Total	9,65	15			

Separación de medias según Tukey ($p > 0.05$)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango	
T3	14,07	4	0,12	A	
T2	13,58	4	0,12	A	
T1	12,53	4	0,12		B
T0	12,24	4	0,12		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO F: PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO OLOR

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Olor	T0	50	3,17	0,91	3	0,38	0,9349
Olor	T1	50	3,17	0,99	3		
Olor	T2	50	3,3	0,88	3		
Olor	T3	50	3,23	0,86	3		

ANEXO G: PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO COLOR

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Color	T0	50	2,1	0,88	2	27,33	<0,0001
Color	T1	50	2,1	0,88	2		
Color	T2	50	3,23	1,1	3		
Color	T3	50	3,23	1,1	3		

Trat.	Ranks		
15%	43,9	A	
0%	43,9	A	
45%	77,1		B
30%	77,1		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO H: PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO SABOR

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Sabor	T0	50	3,23	1,1	3	37,72	<0,0001
Sabor	T1	50	3,9	0,92	4		
Sabor	T2	50	2,47	1,04	2		
Sabor	T3	50	2,1	0,88	2		

Trat.	Ranks			
45%	37,17	A		
30%	48,03	A		
0%	68,9		B	
15%	87,9			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO I: PRUEBA KRISKAL WALLIS DEL ATRIBUTO TEXTURA

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Textura	T0	50	3,9	0,92	4	37,72	<0,0001
Textura	T1	50	3,23	1,1	3		
Textura	T2	50	2,1	0,88	2		
Textura	T3	50	2,47	1,04	2		

Trat.	Ranks			
30%	37,17	A		
45%	48,03	A		
15%	68,9		B	
0%	87,9			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO J: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA DE NIVEL DE ACEPTACION ESCALA HEDÓNICA

FECHA: _____

PRODUCTO: SNACKS DE MAÍZ MORADO NIXTAMALIZADO CON QUINUA

Pruebe por favor la muestra que se le proporciona e indique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con la siguiente escala, tomar agua después de degustar cada muestra:

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me Gusta mucho

	CÓDIGO DE LA MUESTRA			
ATRIBUTO	256	251	789	145
Olor				
Color				
Sabor				
Textura				



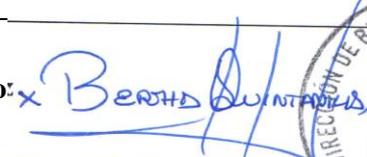
epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20 / 10 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Daniel Agustín Naigua Chuto
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniero Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo: 



1799-DBRA-UTP-2023