



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación del quequisque de la variedad lila
(*Xanthosoma violaceum*) para la elaboración
de harina y dos subproductos
agroindustriales derivados de la misma, a
escala de laboratorio**

Autores

**Br. Mariela de los Ángeles Hernández
Estrada
Br. Reyna del Carmen Gómez Moncada**

Asesor

MSc. Claudio Pichardo Hernández

**Managua, Nicaragua
Marzo, 2022**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación del quequisque de la variedad lila
(*Xanthosoma violaceum*) para la elaboración
de harina y dos subproductos
agroindustriales derivados de la misma, a
escala de laboratorio**

Autores

**Br. Mariela de los Ángeles Hernández
Estrada**
Br. Reyna del Carmen Gómez Moncada

Asesor

MSc. Claudio Pichardo Hernández

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como
requisito final para optar al grado de ingeniero en agroindustria de
los alimentos

Managua, Nicaragua
Marzo, 2022

Hoja de aprobación del comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en agroindustria de los alimentos

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Alba Rosa Vílchez
Presidente

MSc. José Leonardo Rodríguez
Secretario

Ing. María Nelly Salazar
Vocal

Lugar y Fecha: Sala MAGNA de FAGRO, 30 de Marzo 2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de culminación de estudios, a **Dios** nuestro padre espiritual él es quien me ha dado la salud y el entendimiento para poder sobrellevar todos los obstáculos de este largo camino y ha permitido con su amor y misericordia cumplir con esta meta propuesta en mi formación como profesional.

Este logro también es dedicado a mis padres: **José Donaldó Gómez Guerrero y Reyna Amada Moncada García** a quienes admiro por lo que son y han hecho de mí, guiándome por el buen camino ya que han sido la base de mi formación académica, dándome sus consejos me han formado como persona, con valores, principios perseverancia y mi empeño para seguir adelante les dedico este trabajo por ser mi mayor fuente de inspiración.

A mi esposo, esta persona que estuvo apoyándome en cada decisión, que tuvo paciencia y entrega conmigo en cada momento de mi desarrollo académico, le dedico y agradezco por su apoyo incondicional para poder presentar esta tesis.

A mis hermanos, que han sido mi ejemplo y me han apoyado de distintas maneras, con su respaldo y cariño para seguir adelante, sabiendo que mis logros también son suyos.

Br. Reyna del Carmen Gómez Moncada

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de culminación de estudios primeramente a **Dios** padre por haberme dado la vida, salud, su creación, sabiduría, por guiarme por el camino del bien a Él la honra y la gloria por este logro.

A mis padres: **Mario de Jesús Hernández** y **Clemencia del Socorro Estrada** por su amor, paciencia, dedicación y esfuerzo constante para sacarme adelante, ser los pilares de mi vida, educarme en fe y valores, que siempre creyeron en mi para cumplir mis metas sin ellos no estaría donde estoy hoy culminando mis estudios.

A mis hermanos: **Danilo, Alan** y **Yorlan** por ser parte de mi vida y darme su apoyo emocional, motivarme a seguir adelante y estar pendiente de mí en todo momento.

A mi hermano **Mario Hernández Estrada** (Q.E.P.D), a mi abuelito **Carmelo Estrada** (Q.E.P.D). y hermana de la iglesia **Janette Gadea** (Q.E.P.D). A mi hermano por ser el motivo de estar en esta universidad, haber luchado y dejarme un legado, a mi abuelito por ser mi figura paterna, sus palabras de ánimo hasta su último momento, a Janette por motivarme a seguir adelante cuando mi hermano falleció en esta universidad. Siempre estarán en mi corazón Dios les tenga gloriosos en el cielo.

A mis catequistas y II comunidad del camino neocatecumenal por ser parte fundamental de mi formación, por su constante apoyo emocional y consejos para estar hoy dando un paso más.

Br. Mariela de los Angeles Hernández Estrada

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios nuestro padre celestial, por permitir culminar con esta etapa en mi vida, quien me dio la sabiduría y fortaleza necesaria para poder mantenerme firme y así llevar a cabo esta investigación.

Infinitamente estaré agradecida con mis padres quienes con mucho amor esfuerzo y sacrificio me han ayudado siempre tendiendo su mano incondicionalmente y gracias a ello pude culminar esta parte tan importante en mi vida y formación como profesional.

A nuestro profesor y asesor de la tesis por habernos guiado en este proceso, que con su sabiduría conocimiento y en base a su experiencia ha sabido dirigirnos hasta el final.

Es necesario agradecer también, a las personas que fueron partícipes de este proyecto ya sea directa e indirectamente por haber contribuido en la realización de esta investigación, supieron apoyarnos con conocimientos, palabras de aliento y consejos. Familia, compañeros y docentes.

Br. Reyna del Carmen Gómez Moncada

AGRADECIMIENTO

A Dios padre siempre la honra y la gloria, doy infinitas gracias por haberme permitido llegar hasta aquí y ayudarme a cumplir este sueño, no dejarme nunca sin su divina protección y regalarme grandes cosas en este caminar.

Quiero agradecer a mis padres **Mario Hernández** y **Clemencia Estrada** por siempre estar para mí, por su amor, consejos, todo su esfuerzo para que yo fuera alguien en la vida. A mis hermanos que están siempre para ayudarme emocionalmente.

Quiero agradecer a cada uno de los profesores que nos brindaron conocimiento para nuestra formación, en especial a nuestro asesor **MSc. Claudio Benito Pichardo** por todo el apoyo en conocimiento, emocionalmente y su tiempo dedicado para poder llevar acabo esta investigación.

A **Ing. Marilena Gutiérrez** y profesora **Ing. Nelly Salazar** por su apoyo en el desarrollo de los ensayos de la investigación, conocimientos y consejos.

De manera personal a las profesoras **Ing. Tomasa Hernández** y **MSc. Karla Dávila** por brindarme sus conocimientos, apoyo emocional e incondicional para poder seguir adelante.

A mi amiga **Ester Adriana Gadea Zelaya** por su apoyo desde el primer día de mi formación, sus consejos, cariño brindado y sobre todo su apoyo en las buenas y malas.

Al Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria (INTA) en especial todos los encargados del laboratorio de Agroalimentos y postcosecha CNIA, por brindarnos la oportunidad de realizar esta investigación de gran importancia para nuestro país.

Al personal de trabajo de la Universidad Nacional Agraria por ser la casa de formación que nos abrió las puertas, en especial a la vicerrectora **MSc. Ivette Sánchez Mendioroz** por su apoyo incondicional en estos años de formación.

Agradecer a todos aquellos que fueron participes de una u otra manera en este proceso de investigación, el apoyo emocional, consejos y conocimiento. A nuestros compañeros, amigos, II comunidad del camino neocatecumenal y familia.

Br. Mariela de los Angeles Hernández Estrada

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Generalidades del cultivo de quequisque	4
3.1.1 Origen y dispersión	4
3.1.2 Variedades del quequisque cultivadas en Nicaragua	4
3.1.3 Especies del quequisque cultivadas	4
3.2 Variedad en estudio	4
3.3 Características generales de la planta de quequisque	5
3.4 Valor alimenticio y utilización	5
3.5 Exportaciones y producción del quequisque en Nicaragua (<i>xanthosoma</i>)	7
3.6 Demanda nacional del quequisque	7
3.7 Oferta del quequisque en Nicaragua	7
3.8 El almidón en el quequisque	8
3.9 Polisacáridos	8
3.10 Clasificación de la harina por granulometría.	8
3.11 Análisis físicos en alimentos	9
3.12 Caracterización de harina	9
3.13 Análisis sensorial de alimentos	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	11

4.1. Ubicación del estudio	11
4.2. Diseño metodológico	12
4.3. Variables evaluadas en la elaboración de harina de quequisque de la variedad lila	24
4.4. Recolección de datos	25
4.5. Análisis de datos	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
5.1 Características físicas proximales obtenidas del quequisque en evaluación de la variedad lila	27
5.2 Ensayos de variables evaluadas	29
5.2.1 Ensayos	29
5.3 Resultados y discusión de la harina resultante de la variedad de quequisque en estudio, a través de análisis proximal completo	32
5.4 Desarrollo y elaboración de los productos agroindustriales a partir de la harina de quequisque de la variedad en estudio	34
5.5 Análisis de datos realizado a los dos productos en estudio (galletas/empanizador)	36
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. LITERATURA CITADA	46
IX. ANEXOS	49

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Composición del quequisque	6
2.	Equipos y utensilios para el análisis físico de la materia prima quequisque de la variedad lila	14
3.	Utensilios y equipos para la elaboración de harina de quequisque	16
4.	Métodos de análisis de la asociación oficial AOAC	20
5.	Fórmula para la elaboración de galletas a base de harina de quequisque	21
6.	Formula del empanizador a base de harina de quequisque	22
7.	VARIABLES evaluadas	24
8.	Características físicas del quequisque de la variedad lila (<i>Xanthosoma Violaceum</i>)	27
9.	Características morfológicas del quequisque en estudio	27
10.	Composición de agua y materia seca del quequisque de la variedad lila (<i>Xanthosoma Violaceum</i>)	28
11.	Resultados de los ensayos	30
12.	Datos de rendimiento de harinas de cada ensayo	31
13.	Comparación de la composición nutricional de la harina de quequisque lila (<i>Xanthosoma Violaceum</i>), quequisque blanco (<i>Xanthosoma Sagittifolium</i>) y harina de malanga (<i>Colocasia Esculenta</i>)	32
14.	Medias de la evaluación sensorial de las galletas de harina de quequisque	37
15.	Medias de la evaluación sensorial del empanizador de harina de quequisque	41

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del laboratorio de Agroalimentos y postcosecha INTA-CNIA	11
2. Ubicación de la planta de agroindustria UNA	11
3. Limpieza de la materia prima	12
4. Pesado de la materia prima	12
5. Pelado de la materia prima	13
6. Rebanado- reducción de tamaño	13
7. Deshidratado del quequisque	13
8. Flujograma de proceso de elaboración de harina de quequisque-Norma ASME	15
9. Limpieza del tubérculo	17
10. Pesado de la materia prima	17
11. Pelado de la materia prima	17
12. Reducción de tamaño-rebanado rodajas	18
13. Inmersión en antioxidante natural limón, corte rodajas	18
14. Inmersión en antioxidante ácido cítrico, corte bastones	18
15. Inmersión en ácido cítrico, corte rodajas	19
16. llenado de bandejas de quequisque por corte y tratamiento	19
17. Deshidratado del quequisque	19
18. Molienda, reducción de tamaño	19
19. Tamiz utilizado	20
20. Flujograma de proceso de las galletas a base de harina de quequisque	21
21. Flujograma de proceso realizado para la elaboración de empanizador a base de harina de quequisque	23
22. Gráfico de disminución de humedad del quequisque de la variedad lila	28
23. Harinas de quequisque con diferentes tratamientos	35
24. Galletas con tratamiento limón	35
25. Harina de quequisque tratamiento limón	35
26. Harina de quequisque tratamiento ácido cítrico	35
27. Gráfico de puntuación de evaluación sensorial de galletas a base de harina de quequisque	38
28. Gráfico de barra de evaluación sensorial de galletas a base de harina de quequisque	39
29. Gráfico de puntuación de evaluación sensorial de empanizador a base de harina de quequisque	42
30. Gráfico de barra de evaluación sensorial de empanizador a base de harina de quequisque evaluado en fajitas de pollo	43

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Características físicas del quequisque lila.	50
2.	Ficha de evaluación sensorial de las galletas a base de harina de quequisque	50
3.	Ficha de escala de puntuación y criterios de las galletas a base de harina de quequisque	51
4.	Ficha de evaluación de análisis sensorial de empanizador a base de harina de quequisque, evaluado en fajitas de pollo.	52
5.	Escala de puntuación y criterios del empanizador a base de harina de quequisque en fajitas de pollo	53
6.	Quequisque deshidratado en forma de rodajas	54
7.	Quequisque deshidratado en forma de bastón	54
8.	Galletas elaboradas a partir de harina de quequisque	54
9.	Quequisque antes de ser sometido a deshidratación	54
10.	Panel de evaluadores del primer producto elaborado a base de harina de quequisque, galletas	55
11.	Panel de evaluadores del segundo producto elaborado a base de harina de quequisque, empanizador usado en fajitas de pollo	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de dar un aporte al conocimiento de la transformación del quequisque, en específico de la variedad lila (*xanthosoma Violaceum*) en Nicaragua, siendo este un tubérculo de consumo tradicional, representando una alternativa en la dieta alimentaria en una determinada población de nicaragüenses. Tuvo como objetivo la evaluación del quequisque de la variedad lila para elaboración de harina y dos subproductos agroindustriales derivados de esta, mediante análisis físicos se caracterizó el quequisque en estudio; posteriormente la realización de ensayos de elaboración de harina de quequisque de la variedad en estudio, en las cuales se evaluaron las variables: corte, inmersión, deshidratado y rendimiento. La caracterización de la harina resultante se realizó por análisis de los métodos de la AOAC en las instalaciones del laboratorio de biotecnología de la UNAN-Managua teniendo resultados de una harina con rangos permisibles por el Codex (152-1985) NTON de harina de trigo, se obtuvieron datos de porcentaje para la harina de quequisque lila de 12.301% de humedad, 87.600% en materia seca, 6.002% contenido de ceniza, 0.362% de extracto etéreo, 4.966% de contenido de proteína y 76.36% de carbohidratos totales. Se elaboraron dos productos derivados de la harina de quequisque (galletas y empanizador) teniendo tres muestras de cada producto que fueron sometidas a evaluación sensorial con un panel de evaluadores de personas no entrenadas, donde 25 individuos fueron seleccionados para la evaluación sensorial de la galleta y 25 individuos para la evaluación sensorial del empanizador, mediante el análisis estadístico se conoció el porcentaje de aprobación para ambos productos en los atributos organolépticos evaluados, de las tres muestras de galletas elaboradas se obtuvo un % de aprobación mayor en la muestra (A) del 85% en la textura, para el empanizador en las tres muestras realizadas se obtuvo un % de aprobación mayor para la muestra testigo (B) con un 92% en el color. Esta investigación se realizó en colaboración con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) CNIA, donde se demuestra la importancia de la elaboración de nuevos productos a partir de quequisque de esta manera incentivar la transformación del mismo.

Palabras claves: evaluación, análisis, harina, productos, transformación.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of giving a contribution to the knowledge of the transformation of the quequisque, specifically of the lilac variety (*xanthosoma violaceum*) in Nicaragua, this being a tuber of traditional consumption, representing an alternative in the food diet in a certain population of Nicaraguans. Its objective was the evaluation of the quequisque of the lilac variety for the production of flour and two agro-industrial by-products derived from it, through physical analysis the quequisque under study was characterized; Subsequently, tests were carried out for the production of quequisque flour of the variety under study, in which the variables were evaluated: cutting, immersion, dehydration and yield. The characterization of the resulting flour was carried out by analysis of the AOAC methods in the facilities of the UNAN-Managua biotechnology laboratory, obtaining results of a flour with permissible ranges by the Codex (152-1985) NTON of wheat flour, Percentage data were obtained for the lilac quequisque flour of 12.301% moisture, 87.600% dry matter, 6.002% ash content, 0.362% ether extract, 4.966% protein content and 76.36% total carbohydrates. Two products derived from quequisque flour (biscuits and breading) were made, having three samples of each product that were subjected to sensory evaluation with a panel of evaluators of untrained people, where 25 individuals were selected for the sensory evaluation of the cookie and 25 individuals for the sensory evaluation of the breader, by means of the statistical analysis the percentage of approval for both products in the organoleptic attributes evaluated was known, of the three samples of elaborated cookies a higher % of approval was obtained in the sample (A) of 85 % in texture, for the breading in the three samples made, a higher % approval was obtained for the control sample (B) with 92% in color. This research was carried out in collaboration with the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology (INTA) CNIA, where the importance of developing new products from quequisque is demonstrated, thus encouraging its transformation.

Keywords: evaluation, analysis, flour, products, transformation.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo planteado por Simas (2005) la industria alimentaria cada vez tiene más oportunidad de enriquecerse y de producir alimentos nuevos, para satisfacer la necesidad de una determinada población. En Nicaragua, la agroindustria rural representa un sector de mucha importancia para la economía nacional, ya que es una actividad generadora de empleo en toda la cadena productiva (producción, transformación y comercialización), agrega valor a los productos campesinos y contribuyendo a la seguridad, la soberanía alimentaria y nutricional del campesinado y del país.

El sistema alimentario industrializado se define mediante el consumo en las ciudades; la acumulación de poder en las grandes empresas de distribución de alimentos implica que el agricultor y el consumidor cada vez tienen menos información y capacidad de aprovechamiento, comercialización y de cómo se consume. (Sánchez y Ramírez, 2016) Por otro lado, la agricultura mundial se ha tornado hacia la dirección de la producción masiva de alimentos con la ciencia como respaldo que busca facilitar y maximizar la producción de estos (Guerra, 2020, p.7).

Como señala Solá (2007) en Nicaragua existe una agricultura con dos sectores claramente diferenciados: el dedicado a los cultivos tradicionales de agro exportación y el sector dedicado a productos de consumo interno, granos básicos principalmente. Dentro de la producción del sector agrícola, hay rubros que se denominan prometedores debido al aumento de su producción y exportaciones entre ellos están el quequisque, el plátano, las naranjas y el cacao (Citado por Narváez y López, 2018 p. 18).

Es importante mencionar que en el país no existen estudios previos de elaboración de harina de quequisque. Sin embargo, se encuentra un estudio de composición proximal y evaluación físicas y fisicoquímicas de harinas de las partes comestibles de quequisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*) y malanga (*colocasia esculenta*) en Venezuela. Palomino et al (2010).

Por tanto, este trabajo se enmarcará en la evaluación de quequisque de la variedad lila (*Xanthosoma Violaceum*) realizando la caracterización física del mismo para determinar proceso productivo de los productos a elaborar de la harina resultante, de esta manera se desarrollaron distintos ensayos que permitieron evaluar las variables en operaciones como el corte, inmersión en agua y antioxidantes comercial y natural (ácido cítrico y limón) para evitar pardeamiento y la

valoración de rendimiento productivo. Así mismo, la harina de quequisque obtenida se caracterizó a través de un análisis proximal con la finalidad de obtener conocimiento general del valor alimenticio que esta contiene, por lo tanto; se desarrollaron dos productos agroindustriales (galletas y empanizador) los cuales fueron sometidos a evaluación sensorial para poder determinar la aceptabilidad por parte del consumidor; mediante el análisis estadístico realizado, se obtuvieron resultados positivos para esta investigación debido a que los productos evaluados fueron aceptables por parte de los evaluadores y de esta manera se puede demostrar una alternativa de transformación del quequisque lila a los productores de dicho rubro.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el quequisque de la variedad lila (*Xanthosoma violaceum*) para la elaboración de harina y dos subproductos agroindustriales derivados de la misma, a escala de laboratorio.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las características físicas del quequisque de variedad lila (*Xanthosoma violaceum*) para la realización del diseño productivo de la harina y los dos productos a elaborar.
- Elaborar harina de quequisque de la variedad en estudio (*Xanthosoma violaceum*), desarrollando distintos ensayos, para la determinación de proceso productivo y rendimiento.
- Caracterizar la harina resultante de la variedad en estudio, a través de análisis proximal completo para el conocimiento de las características nutricionales de la misma.
- Desarrollar dos productos agroindustriales a partir de la harina de quequisque de la variedad en estudio y someterlos a evaluación sensorial los productos elaborados.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Generalidades del cultivo de quequisque

3.1.1 Origen y dispersión

Castro et al. (2013) plantean que:

El quequisque, cuyo nombre científico es *Xanthosoma sagittifolium* (quequisque blanco) y *Xanthosoma violaceum* (quequisque lila), es originario de América tropical y subtropical. Puerto Rico posee la mayor variabilidad de cultivares de los países del Caribe y Centroamérica. El quequisque es una planta herbácea monocotiledónea, perenne, que debido a propósitos prácticos se cosecha a los 9-12 meses después de siembra (MDS). Aunque es un cultivo estrictamente de clima cálido, también se produce en los trópicos y subtrópico.

3.1.2 Variedades del quequisque cultivadas en Nicaragua

- Quequisque lila o violeta: *Xanthosoma violaceum*, corteza de color marrón, pulpa violeta, ciclo vegetativo de 270- 300 días.

- Quequisque Blanco: *Xanthosoma sagittifolium*, corteza de color marrón oscuro, pulpa blanca o amarilla, ciclo vegetativo de 270-300 días (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2018, p. 16).

3.1.3 Especies del quequisque cultivadas

En el género *Xanthosoma* se han descrito unas 50-60 especies (Stevens, 2012), y todas las variedades cultivadas se agrupan actualmente en cuatro especies: *X. sagittifolium*, *X. caracu*, *X. atrovirens*, *X. nigrum* y *X. violaceum*. De estos, los dos más cultivados y económicamente importantes son *X. sagittifolium* y *X. nigrum* (Vaneker y Slaats, 2013) (Citado por Reynoza, 2021, p. 4-5).

3.2 Variedad en estudio

X. violaceum especie robusta, presencia de cormos y cormelos redondos, alargados, púrpura o rosados. Lámina foliar entera lisa sagitada, de color verde oscuro y cierre del ápice normal. Seudotallo púrpura con borde del mismo color, conocida como quequisque comestible (García Vado, 2007, p. 13).

3.3 Características generales de la planta de quequisque

El quequisque es una planta herbácea, suculenta que alcanza 1-2 m de altura, sin tallo aéreo, y cultivado anualmente, siendo el producto comercial los cormelos.

- **Cormelo:** ramificaciones secundarias, laterales, horizontales y engrosadas que salen del cormo.
- **Pseudotallo:** es un conjunto de vainas foliares superpuestas que se asemeja a un tallo.
- **Hoja:** sagitada, de forma lanceolada y con un largo peciolo acanalado.
- **Flor:** tiene forma de espádices, de una bráctea, que por lo general es de color blanco o amarillento y de textura pegajosa.
- **Fruto:** baya subglobosa a oblongas.
- **Semilla:** las flores rara vez son fértiles y producen pocas semillas viables.
- **Cormo.** Este cultivo se propaga por cormos, que son tallos subterráneos envueltos en hojas envainadoras escamosas, que los protegen de daños físicos y pérdidas de agua. Son estructuras sólidas con nudos y entrenudos bien desarrollados.

3.4 Valor alimenticio y utilización

De acuerdo con la Guía técnica para el cultivo del quequisque (*Xanthosoma spp*), (2010):

El quequisque es un alimento altamente energético, el cual puede compararse con la papa en cuanto a valor nutritivo, superándola ligeramente en cuanto al contenido de carbohidratos y minerales (calcio y fósforo); además de su bajo contenido de proteínas, este tubérculo es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina, metionina y cistina; su aporte de minerales no es despreciable. Ya procesado (cocción) es un alimento muy palatable y fácil de digerir; el *X. violaceum* (quequisque lila) es más rico en carotenos (provitamina A) que el *X. sagittifolium* (quequisque blanco) (P. 1).

Usos: Se puede consumir cocido, frito o como harina para diversos platos. Es utilizado como sustituto de la papa. En Nicaragua se consume tradicionalmente en las sopas, cocido y luego frito o en puré (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio [MIFIC], 2010, p. 3).

Gómez (2006) menciona que:

El valor nutritivo del quequisque es un versátil tubérculo que por su fácil digestión es alimento ideal para pacientes convalecientes y niños. Posee gran cantidad de carbohidratos, vitaminas (A, B1, B2, y C) y cantidades considerables de hierro, calcio y grasa. Se consume principalmente como ingrediente vegetal en las ricas sopas caseras hechas a base de huesos y carne de res, pollo y también con frijoles; puede consumirse asados, fritos o en suaves purés. También se puede consumir cuando se padece desórdenes estomacales (p.15).

Cuadro 1. Composición del quequisque

Componente	Porcentaje (gr)	Porcentaje (mg)
Agua	65.9	
Proteína	1.7	
Grasa	0.3	
Carbohidratos totales	30.9	
Fibra bruta	0.6	
Ceniza	1.2	
Calcio	14	
Fosforo	56	
Hierro		0.8
Actividad de vitamina A	10 (UI)	
Tiamina		0.13
Riboflavina		0.03
Niacina		0.7
Ácido ascórbico		5
Valor energético	132 kcal	

Fuente: Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), 2010 – Tabla de FAO Composición de Alimentos de América Latina

3.5 Exportaciones y producción del quequisque en Nicaragua (*xanthosoma*)

De acuerdo con Herrera (2021) El quequisque está considerado dentro de los rubros no tradicionales de exportación, presentando alternativas de consumo en las familias Nicaragüense teniendo un aumento en su producción.

Según las estadísticas de producción de quequisque en el año 2021 fue de 750,000 quintales el quequisque es considerado como uno de estos productos agrícolas no tradicionales; sin embargo, aun cuando en las mismas estadísticas del Banco Central no aparecen suficientes datos sobre el valor exacto de las exportaciones de este rubro (Herrera, 2021).

Según datos del CETREX (2021) la exportación del quequisque y la malanga alcanza cifras estadísticas de 9, 833,102 toneladas (9, 833,102 Kg) con precio de 0.30 (US\$/kg) teniendo un valor de exportación de US\$ 2, 913, 001 en los meses de enero a octubre 2021 (p. 12)

3.6 Demanda nacional del quequisque

La demanda nacional de quequisque con respecto a Hernández et al (2007):

Se estima en unas 11,000 toneladas con un consumo per cápita de 1.8 kilos por personas. A diferencia de otras culturas latinas, que consumen el quequisque y la Malanga (Colocasia) en una diversidad de formas, la población nicaragüense, consume estos productos mayoritariamente como un producto complementario en la tradicional sopa (p. 15).

3.7 Oferta del quequisque en Nicaragua

En muchos trabajos se documenta la oferta nicaragüense, es el caso del estudio de Herrera (2021) en Nicaragua se siembran entre 43,200 manzanas destinadas al cultivo de rubros como son yuca, quequisque, malanga, entre otros. El quequisque lo cual parece un estimado algo abultado, Un dato más aproximado es la siembra de entre manzanas con rendimientos de 4.5 toneladas para totalizar producciones entre 13,000 y 15,000 toneladas.

3.8 El almidón en el quequisque

Los cormos del quequisque son una excelente fuente de carbohidratos, la mayoría de los cuales son almidón, entre el 17% y el 28% es amilasa, y el resto es amilopectina (Matthews, 1998). El almidón del quequisque es uno de los más nutritivos y digestible en un 98.8%, una cualidad atribuida al tamaño de los gránulos que lo hace ideal para personas con dificultades digestivas (Langworthy y Duel, 1992) (Citado por Ramírez 2021, p.6).

3.9 Polisacáridos

Los polisacáridos son químicamente los carbohidratos más complejos. Tienden a ser insolubles en el agua y los seres humanos sólo pueden utilizar algunos para producir energía. Ejemplos de polisacáridos son: el almidón, el glicógeno y la celulosa. El almidón es una fuente de energía importante para los seres humanos. Se encuentra en los granos cereales, así como en raíces comestibles tales como patatas y yuca. El almidón se libera durante la cocción, cuando el calor rompe los gránulos (Latham M., 2002).

Carreira (2016) menciona que:

La harina se conoce que es un polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, también se hace harina de otros cereales como centeno, cebada, avena, maíz, arroz, existen también otros tipos de harinas obtenidas de otros alimentos como leguminosas (garbanzos, soja), castaña, mandioca.

3.10 Clasificación de la harina por granulometría.

De acuerdo con Sarria et al (2019) refiere que:

Las harinas se pueden clasificar por su granulometría y propiedad física, ya que facilitan la estandarización y proceso de productos por parte del tamaño de partícula. El mayor componente orgánico de las harinas vegetales son los almidones y los índices de solubilidad, absorción de agua y poder de hinchamiento se pueden utilizar como un indicativo del grado de modificación de los almidones por tratamientos termo mecánicos (p.1).

3.11 Análisis físicos en alimentos

El análisis químico y físico de los alimentos es una temática de gran interés y utilidad durante los procesos de control de calidad en la industria y en la investigación científica para la evaluación del valor nutricional de los alimentos y el desarrollo de nuevos productos (García et al, 2016) de igual manera dice:

En este sentido, es necesario realizar los análisis físicos químicos y sensoriales a los alimentos para asegurar que sean aptos para el consumo y asegurar que cumplen con las características químicas y de composición que se espera de ellos. Todos los alimentos están constituidos por diferentes proporciones de agua, hidratos de carbono, proteínas, lípidos, enzimas, minerales, vitaminas, pigmentos, sabores, aromas y diversos agentes bioactivos. Las interacciones físicas y químicas que ocurren entre ellas y el medio ambiente que los rodean, determinan los parámetros de calidad que más se buscan en los alimentos, color, sabor, textura, valor nutritivo y seguridad o inocuidad (p. 10-14).

3.12 Caracterización de harina

Al respecto, Bou et al (2006) La obtención y evaluación de las harinas de almidones se realiza con los métodos oficiales, se hace análisis fisicoquímicos para ver el rendimiento y el contenido de proteínas, minerales, variable entre la cantidad de almidón, granulometría, capacidad de adsorción de agua, viscosidad.

Las harinas que se obtienen después del procesamiento de tubérculos, según metodología descrita por Rincón et al. Los análisis de humedad, grasa y fibra cruda se determinan de acuerdo a lo descrito por la AOAC, las cenizas según la AACC y las proteínas mediante el método Micro-Kjeldahl. Cada una de estos análisis de caracterización de harinas se realizan por metodología descrita por la AOAC (p. 2).

3.13 Análisis sensorial de alimentos

Como señala García (2014):

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas (p.1).

El propósito de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, con lo cual brinda a la industria, la oportunidad de aprovechar y aplicar estas mediciones (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [INCAP], 2020).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

Esta investigación se desarrolló en conjunto con el laboratorio de Agroalimentos del CNIA-INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) localizado en el km 14.5 de la carretera norte de Managua, ubicado a $12^{\circ}07'54.6''\text{N}$ $86^{\circ}08'53.2''\text{O}$, con altura promedio de 68 msnm temperatura promedio de 27.5°C y la Universidad Nacional Agraria (UNA) municipio de Managua, departamento de Managua km 12 carretera norte. El proveedor de la materia prima fue el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria en coordinación con productor de quequisque del departamento de Managua municipio de Ciudad Sandino finca La Esperanza.



Figura 1 ubicación del laboratorio de Agroalimentos y postcosecha INTA-CNIA

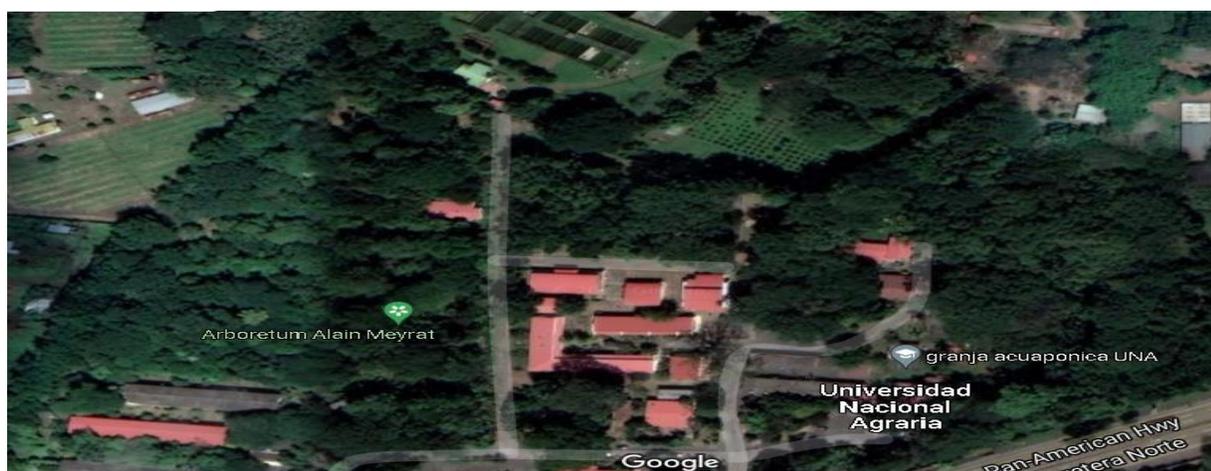


Figura 2 ubicación de la planta de agroindustria UNA.

4.2. Diseño metodológico

El enfoque de esta investigación es un estudio mixto, este implicó combinar los dos tipos de investigación cualitativa y cuantitativa, en la recolección, análisis e interpretación de los datos por lo que generó inferencia de ambos tipos. Ya que se describe características específicas de la variedad del quequisque en estudio, para poder determinar si esta presenta las cualidades necesarias para su debido procesamiento.

Las siguientes operaciones descritas fueron realizadas para determinar las características físicas del quequisque lila (*Xanthosoma violaceum*) para realizar el diseño de los productos a elaborar. El análisis físico proximal de la materia prima que consistió en:

Selección: Se eligió una muestra de quequisque de la variedad en estudio, tomando en cuenta que cumpliera con los parámetros de calidad para su debido procesamiento como: (su estado de tiempo cosecha, en buen estado sin enfermedades, plagas, sin pudrición blanda y seca). Esta operación se realiza de manera manual.

Limpieza: con ayuda de agua se realizó la operación de limpieza de manera manual, para quitar suciedad y restos químicos, utilizando 2 litros de agua por libra de materia prima.



Figura 3 limpieza de la materia prima

Pesado: posteriormente se realizó la operación de pesado de cada uno de los quequisque, uno de los factores para determinar rendimiento. Utilizando balanza de digital Scout Pro que tiene peso máximo de medir de 30 kg. Donde se obtuvieron pesos desde el tubérculo mínimo de 220 g, hasta el máximo con un peso de 662.7 g, el peso promedio de 283 g.



Figura 4 pesado de la materia prima

Medición: esta operación consistió en medir la longitud y grosor del quequisque, utilizando el instrumento pie de rey o conocido como vernier.

Pelado: la operación se hizo de manera manual utilizando los peladores de vegetales manuales más conocidos de usos de acero y regulador de navajas. Con la finalidad de separar la cascara de la pulpa.



Figura 5 pelado de la materia prima

Rebanado: esta operación consistió en realizar la reducción de tamaño a 3 mm de grosor, de manera manual con ayuda de un cortador que facilitó el proceso; elaborado en acero, con navajas de cambio.



Figura 6 rebanado- reducción de tamaño

Inmersión: se procedió a sumergir el quequisque en agua sin aplicar ningún tratamiento, en relación de litro por cada libra de quequisque.

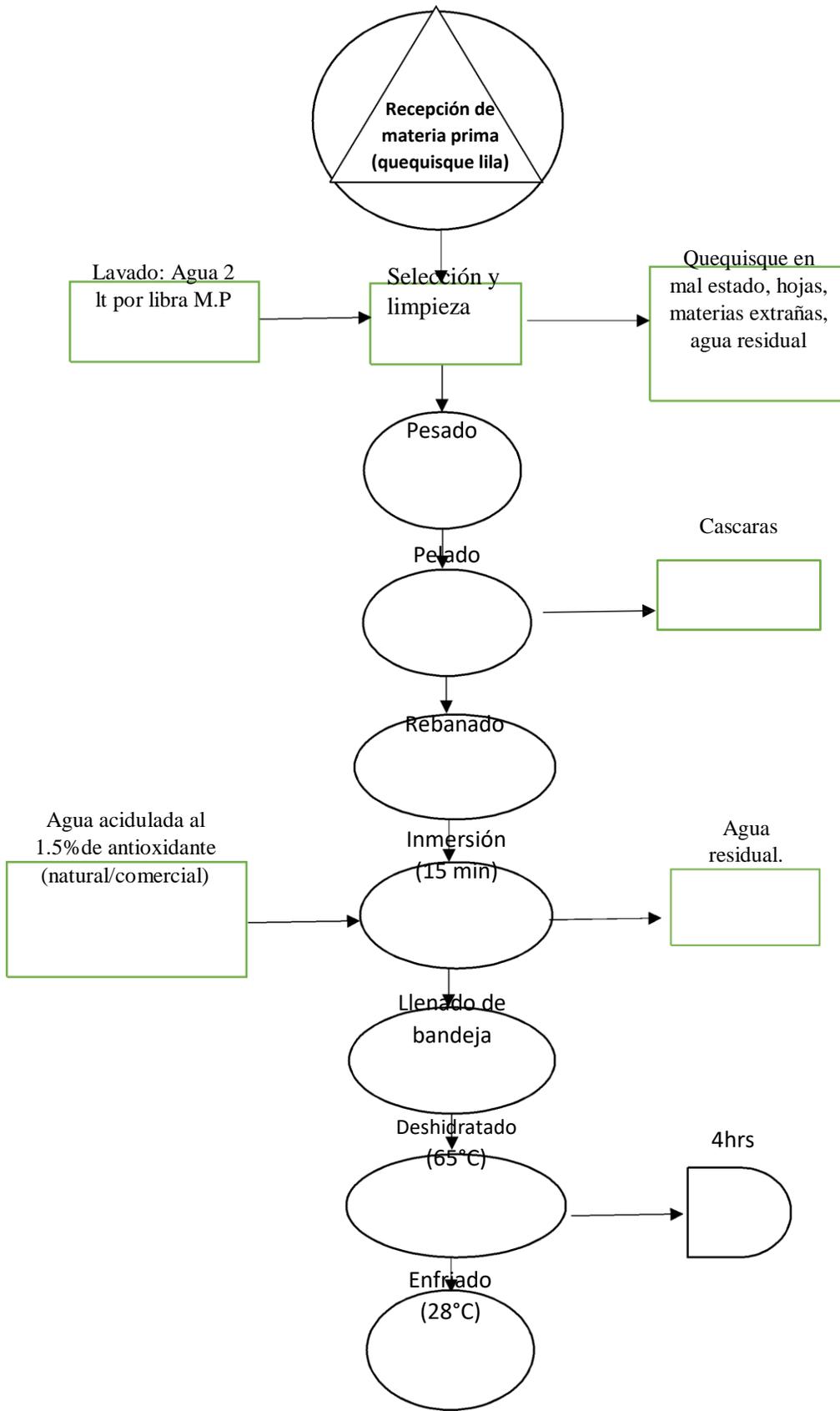
Deshidratado: la operación se llevó a cabo por el método de secado en horno, en horno P SELECTA. Con una muestra de 296.4 g a una temperatura de 65° C de acuerdo a Michelis et al (2015) la temperatura adecuada para deshidratar alimentos, además se procedió a tomar peso cada 30 minutos hasta llegar a un peso constante, después de cuatro horas se llegó a un peso final de 107.7 g.



Figura 7 deshidratado del quequisque

Cuadro 2 Equipos y utensilios para el análisis físico de la materia prima quequisque de la variedad lila

N°	Equipos	Utensilios	Materiales e insumos
1	Balanza electrónicas KERN PFB/ Scout Pro	Peladores manuales	Quequisque
2	Cortadora manual	Bandejas P SELECTA	Agua común
3	Horno deshidratador P SELECTA	Pie de rey	
4		Recipientes plásticos	



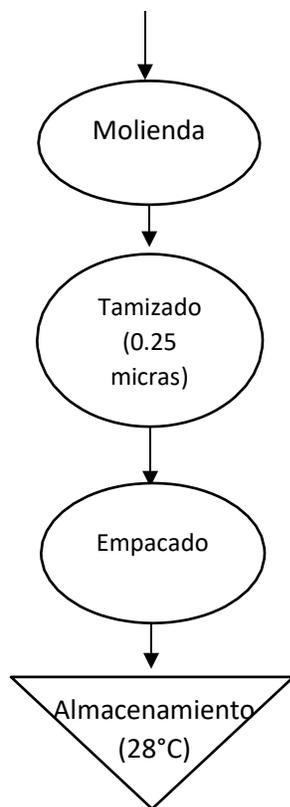


Figura 8 Flujograma de proceso de elaboración de harina de quequisque-Norma ASME

Cuadro 3 Utensilios y equipos para la elaboración de harina de quequisque

N°	Equipos	Utensilios	Materiales e insumos
1	Balanza electrónicas KERN PFB/ Scout Pro	Peladores manuales	Quequisque lila
2	Cortadora manual	Bandejas P SELECTA	Ácido cítrico
3	Horno deshidratador P SELECTA	Recipientes plásticos	Jugo de limón
4	Molino IKA MF 10 basic	Bolsas	Agua común
5	Tamiz 0.25 micras IKA MF 10 basic		

Recepción: se aceptó la materia prima que cumplió con parámetros de calidad como: (su estado de tiempo cosecha, en buen estado sin enfermedades, plagas, sin pudrición blanda y seca). Además que fuera de la variedad de quequisque en estudio. Trabajando con una muestra de 2 kg para cada repetición.

Selección: se hizo una selección manual del quequisque que estuviera libre de imperfecciones, daños y podredumbres tomando en cuenta características para la clasificación tales como: el color, tamaño, la textura.

Limpieza: con ayuda de agua se realizó una limpieza de lavado para eliminar cualquier olor extraño, suciedad y residuales químicos que podría traer de campo.



Figura 9 limpieza del tubérculo

Pesado: posteriormente se realizó la operación de pesado de cada uno de los quequisque uno de los factores para determinar rendimiento. Utilizando una balanza de precisión digital que tiene peso máximo de 30 kg marca KERN PFB.



Figura 10 pesado de la materia prima

Pelado: la operación se hizo de manera manual utilizando peladores de vegetales manuales de usos de acero y regulador de navajas. Este se utilizó con la finalidad de separar la cascara de la pulpa del quequisque.



Figura 11 pelado de la materia prima

Rebanado: dicha operación consistió en realizar la reducción de tamaño a 3 mm de grosor para los tipos de cortes realizados en forma de bastón y rodajas, con ayuda de cortadores manuales que facilitaron el proceso, dichos cortadores son elaborados en acero, con navajas de cambio.



Figura 12 reducción de tamaño-
rebanado rodajas

En los tres ensayos se realizaron los dos cortes propuestos como variables, el corte en rodajas y de bastones. Utilizando 1kg de quequisque para cada ensayo de corte.

Inmersión: se procedió a sumergir las rodajas y bastones de quequisque en agua a una concentración de ácido cítrico al 1,5% y limón 1,5 % (antioxidante natural) por litro de agua durante 15 minutos esto según método aplicado de inmersión recomendado por Michelis et al (2015) con el objetivo de evitar el pardeamiento enzimático.



Figura 13 inmersión en
antioxidante natural limón, corte
en rodajas

En cada ensayo se hizo combinación de tratamiento con corte, en el primer ensayo se hizo corte en rodajas tratamiento natural limón; a la vez se hizo corte en bastones tratamiento ácido cítrico.



Figura 14 inmersión en antioxidante
ácido cítrico, corte bastones

En el segundo ensayo se hizo la combinación de corte en bastones con tratamiento natural limón, corte en rodajas tiramiento ácido cítrico. Y en el tercer ensayo se siguió el patrón de combinación del primer ensayo.



Figura 15 inmersión en ácido cítrico, corte rodajas

Llenado de bandeja: En las bandejas de lámina de acero del horno P SELECTA y una manta fina, se colocaron de manera ordenada los cortes de quequisque los cuales facilitaron el secado del mismo.



Figura 16 llenado de bandejas de quequisque por corte y tratamiento

Deshidratado: esta operación se llevó a cabo por el método de secado en horno de P SELECTA, a una temperatura de 65°C por 4 horas.



Figura 17 deshidratado del quequisque

Molienda: esta operación se realizó para la reducción de tamaño de la materia seca resultante después del deshidratado. Se obtuvieron partículas finas con ayuda de un molino IKA MF 10 con cabezal de molienda por corte.



Figura 18 molienda, reducción de tamaño

Tamizado: esta operación se realizó con la finalidad de separar las mezclas de partículas de diferentes tamaños, este proceso se realizó con ayuda de un tamiz del molino IKA MF 10 basic de tamaño de 0.25 micras de maya fina para refinados por corte. Del peso del quequisque entrante en el molino, quedaba retenido un polvo fino en el tamiz equivalente de 2 %, según el Codex (2010) tiene que ser el 98% de la harina pase a través de un tamiz.



Figura 19 tamiz utilizado 0.25 micras

Caracterización a través de análisis proximal completo de la harina resultante de la variedad lila en estudio.

Determinación de análisis proximal de la harina de quequisque

Se realizó siguiendo los métodos oficiales para determinar: humedad, cenizas, proteína, materia seca, lípidos y carbohidratos completo; con la finalidad de conocer las propiedades nutricionales la harina de quequisque desarrollada. A continuación se indican los análisis aplicados para análisis proximal completo de la harina de quequisque (INEN, 2013).

Cuadro 4 métodos de análisis de la asociación oficial AOAC

ANALISIS	METODO
Humedad	AOAC 925.1
Cenizas	AOAC 923.03
Materia seca	AOAC 925.1
Extracto etéreo	AOAC 920.39
Proteína	AOAC 2001.11
Carbohidratos totales	AOAC 986.25

Desarrollo y evaluación sensorial de dos productos agroindustriales a partir de la harina de quequisque de la variedad lila.

Para este estudio se desarrollaron dos productos agroindustriales a partir de la harina de quequisque, que consistió en elaborar galletas y empanizador llegando a demostrar el uso de la harina que fue sometida a evaluación sensorial en comparación con un producto similar para la

galleta se realizó la elaboración de galletas con harina de trigo y para el empanizador con un producto comercial empanizador Don Julio, así se determinó la aceptabilidad de esta.

La galleta a base de harina de quequisque se elaboró por métodos tradicionales de recetas caseras de galleta de mantequilla, se obtuvo la siguiente fórmula para (862 g) con las harinas resultantes con tratamiento limón y con ácido cítrico donde se ocupó los siguientes ingredientes.

Cuadro 5 formula para la elaboración de galletas a base de harina de quequisque

formula	%	Cantidad (g)
Harina de quequisque	41.763	360
Mantequilla	29.00	250
Azúcar	16.24	140
Huevo	11.60	100
Polvo de hornear	0.58	5
Vainilla	0.58	5
Ralladura de limón	0.23	2
TOTAL	100%	862

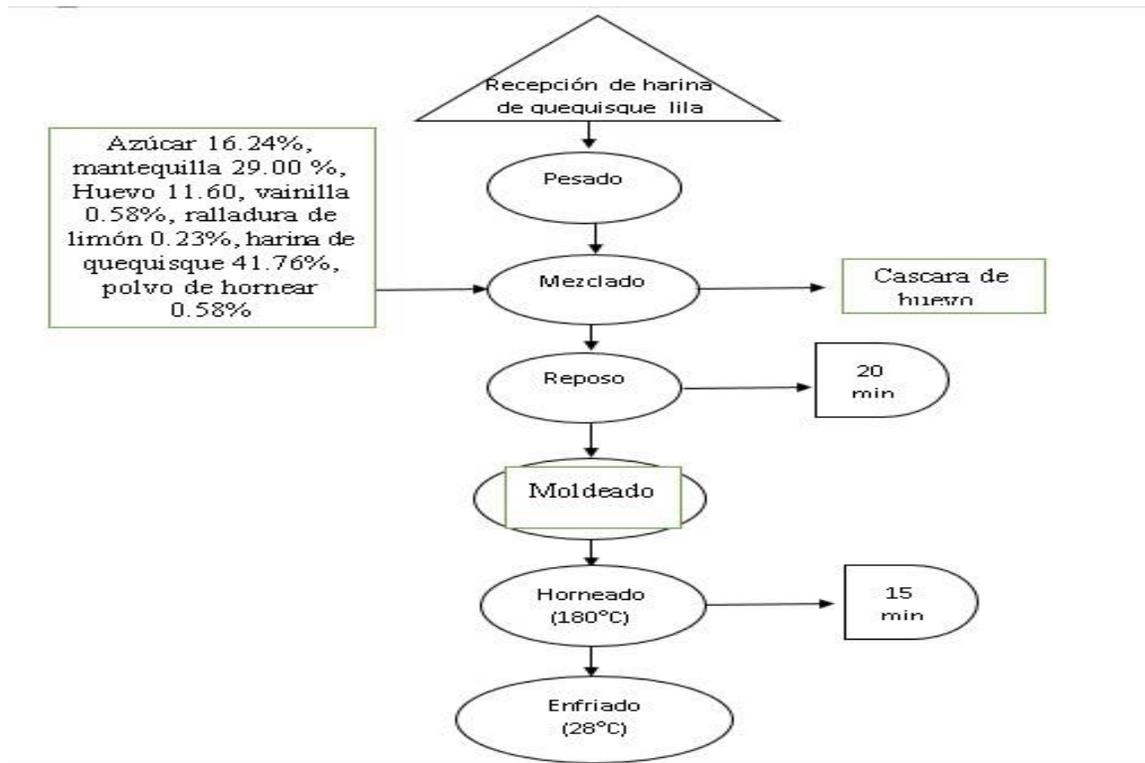


Figura 20 Flujograma de proceso de las galletas a base de harina de quequisque

El procedimiento para elaborar las galletas de harina de quequisque se tomó de recetas caseras de manual INATEC 2016, donde se procedió a mezclar 29.00 % de mantequilla con 16.24 % de azúcar por 20 minutos hasta tener una mezcla de una consistencia suave y cremosa. Se le añadió 11.60 % de huevo líquido, 0.23 % de ralladura de limón y 0.58 5 de vainilla, y se mezclaron hasta que quedaron bien integrados. Por consiguiente, se procedió a cernir 41.76 % de harina junto con 0.58 % de polvo de hornear esto para evitar algún grumo. A la mezcla inicial se le añadió poco a poco la harina de quequisque y se mezcló hasta que todos los ingredientes quedaran bien integrados, se dejó reposar y guardó en la nevera durante 20 minutos. Luego esta masa ya con una consistencia firme se procedió extenderla con ayuda de un rodillo sobre una superficie plan, luego se utilizó un molde circular con las dimensiones de un diámetro de 48 mm. Se hicieron las galletas del grosor 3 mm y una forma circular de 48 mm. Se hornearon por 15 minutos a 180° C, esto en horno Black + decker de convección natural de capacidad de 15 galletas.

Elaboración de empanizador a base de harina de quequisque

Para el proceso de elaboración del empanizador obtenido (470 g) a partir de harina de quequisque, primeramente, se determinó los porcentajes de cada uno de los ingredientes para lograr la mezcla adecuada utilizando las siguientes cantidades de las especies comúnmente utilizadas en productos de revestimiento.

Cuadro 6 formula de empanizador a base de harina de quequisque

formula	%	Cantidad (g)
Harina de quequisque	80	376
Ajo en polvo	3	14.1
Sal	6	28.2
Cebolla en polvo	2	9.4
Pimienta	2	9.4
Achiote	4	18.8
Comino	2	9.4
Orégano	1	4.7
TOTAL	100%	470

Luego se realizó la mezcla por 5 minutos para poder integrar todos los ingredientes necesarios. Una vez obtenido el empanizador se utilizó pechugas de pollo utilizando el revestimiento elaborado, las cuales fueron troceadas en forma de fajitas y empanizadas, posteriormente se

procedió a freírlas en una cocina industrial en aceite a una temperatura de 150°C aproximadamente durante 5 minutos.

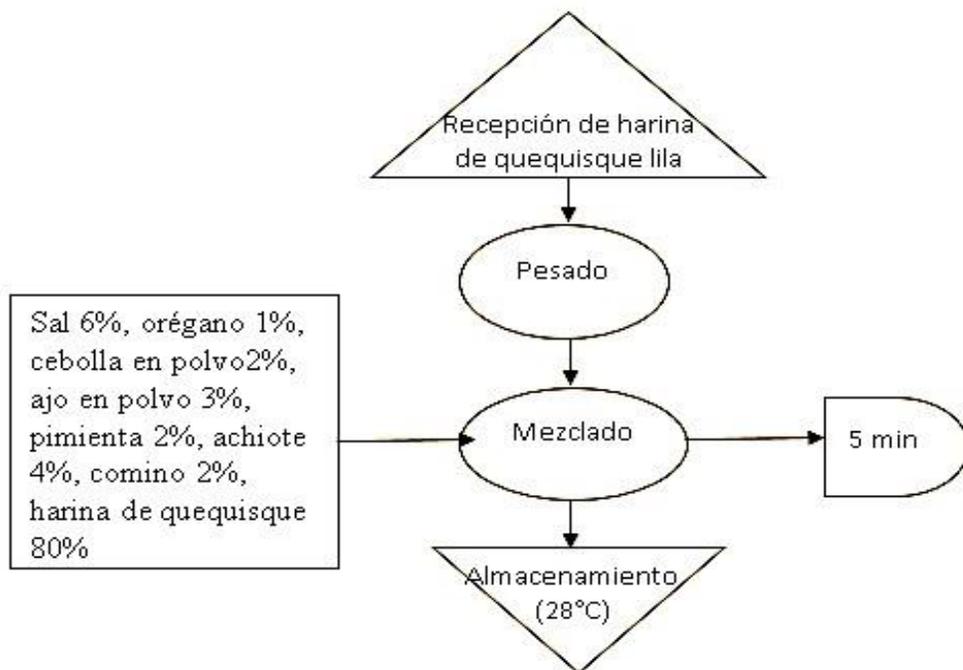


Figura 21 Flujograma de proceso del empanizador a base de harina de quequisque

4.3. Variables evaluadas en la elaboración de harina de quequisque de la variedad lila

Cuadro 7. Variables evaluadas

Identificación de las variables		
N° de ensayos	Variables en estudio	Descripción
1	Ensayo Corte.	Se evaluaron dos cortes en cuanto a tamaño y forma, la 1era forma se hizo circular, la 2da forma se hizo en bastón, el grosor fue de 3 mm y el diámetro en dependencia del tamaño y forma del quequisque. Utilizando cortadores manuales con dos tipos de cuchillas de cambio.
2	Ensayo Inmersión.	Se realizaron los métodos de inmersión con antioxidante comercial (ácido cítrico) y adición de antioxidante natural (limón) al 1.5% para valorar el efecto de evitar la oxidación del quequisque.
3 ¹	Ensayo Deshidratación.	Se aplicó la temperatura (65° C) y tiempo en el cual se deshidrato el quequisque con una duración de cuatro horas.
	Rendimiento.	Se determinó el rendimiento de la harina de quequisque en relación con cada una de los ensayos realizados con su debido tratamiento, así se demuestra la utilidad de la harina en subproductos agroindustriales.

Para el proceso de elaboración de harina de quequisque se tomó una muestra experimental de quequisque de 2 kg, con un diseño experimental de una muestra con tres repeticiones (1x3).

El diseño experimental que utilizado fue el DCA evaluando la variedad de quequisque lila (*Xanthosoma violaceum*) donde se elaboró harina.

¹ Para todos los ensayos la cantidad de muestra utilizada fue de 2 Kg.

Criterios para la muestra de quequisque

- El quequisque utilizado fue de la variedad lila
- Que presentara características físicas óptimas para la transformación agroindustria

4.4. Recolección de datos

Para el análisis sensorial de los productos elaborados se evaluó mediante la técnica de recolección de datos como es la encuesta de preferencia, a un panel no entrenado de evaluadores sobre las variables en consideración en cuanto a características como sabor, color, olor y textura de los productos elaborados a partir de la harina de quequisque en comparación con productos de harina de trigo.

Población: la población que se tomó en cuenta para la realización de este estudio estuvo comprendido entre docentes y estudiantes de la facultad de agronomía.

Muestra: La muestra que se tomó para la investigación fue de 50 personas según lo indicado por Barda (2006) (con personas no entrenada) para desarrollar la evaluación sensorial de los productos terminados. De manera que se consideró los recursos y el tiempo de los encuestados, se dividió esta muestra en 25 personas para la evaluación del primer producto galletas y otras 25 personas para la evaluación del segundo producto empanizador, usando fajitas de pollo para la evaluación del producto.

Criterios de selección

Los docentes y estudiantes fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:

- Docentes y estudiantes de la Universidad Nacional Agraria
- Docentes y estudiantes de facultad de agronomía
- El docente y estudiante estuvo presente el día que se aplicó la evaluación sensorial.

Procedimiento a llevar cabo para la evaluación del análisis sensorial

Para este análisis de los productos derivados de la harina se empleó a cincuenta evaluadores no entrenados, se explicó el procedimiento a seguir para conseguir los atributos organolépticos, se solicitó que por medio de las encuestas realizadas indicaran cual producto les agrado más en cuanto

a las propiedades organolépticas, teniendo productos en comparación de harina de trigo de manera implícita utilizando codificaciones elegidas con anterioridad las cuales se manejaron por los investigadores. Los productos sometidos al análisis sensorial ayudaron a determinar la información necesaria para la aceptabilidad de la harina por parte de los consumidores.

4.5. Análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el programa informático Excel y el software estadístico Infostat.

Los datos obtenidos de las encuestas realizadas para cada uno de los productos evaluados se ingresaron al programa Excel para posteriormente llevar a cabo el análisis estadístico mediante programa Infostat versión estudiantil.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la investigación realizada sobre la evaluación del quequisque de la variedad lila (*xanthosoma violaceum*) para la elaboración de harina y subproductos agroindustriales, en cuanto a los objetivos establecidos en el estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1 Características físicas proximales obtenidas del quequisque en evaluación de la variedad lila

Los resultados de la determinación de las características físicas del quequisque realizadas se muestran en la tabla (8) siendo datos promedio de 4 quequisque evaluados (3 lb). Dicha tabla muestra que el valor mínimo promedio en el peso es de 220 g y valor máximo 662 g, a los cuales también se midió longitud obteniendo valores mínimos de 123 mm y máximo 243 mm.

Cuadro 8 características físicas del quequisque de la variedad lila (*Xanthosoma Violaceum*)

Características	Valores			Forma del tubérculo
	Mínimo	Máximo	Promedio	
peso (g)	220 g	662.7 g	283 g	oval-alargada
longitud (mm)	123 mm	243 mm	191 mm	

Cuadro 9 características morfológicas del quequisque en estudio

Parámetro	Quequisque 1	Quequisque 2	Quequisque 3	Imagen
Color	Lila	Lila	Lila	
Textura	Firme	Firme	Firme	
Apariencia	Opaca	Opaca	Opaca	
Forma	Oval-alargada	Oval-alargada	Oval-alargada	
Genero del quequisque	<i>xanthosoma violaceum</i>	<i>xanthosoma violaceum</i>	<i>xanthosoma violaceum</i>	

En la figura (22) se muestran los resultados de la reducción de humedad obtenida mediante la operación de deshidratado en horno de una muestra de quequisque de la variedad lila, para determinar % de humedad y materia seca. Tomando en cuenta que el deshidratado fue a temperatura de 65° C durante 4 horas con un peso inicial de 296.4 g, teniendo una reducción de humedad de 188.7 g, para tener un peso final de 107.7 g.

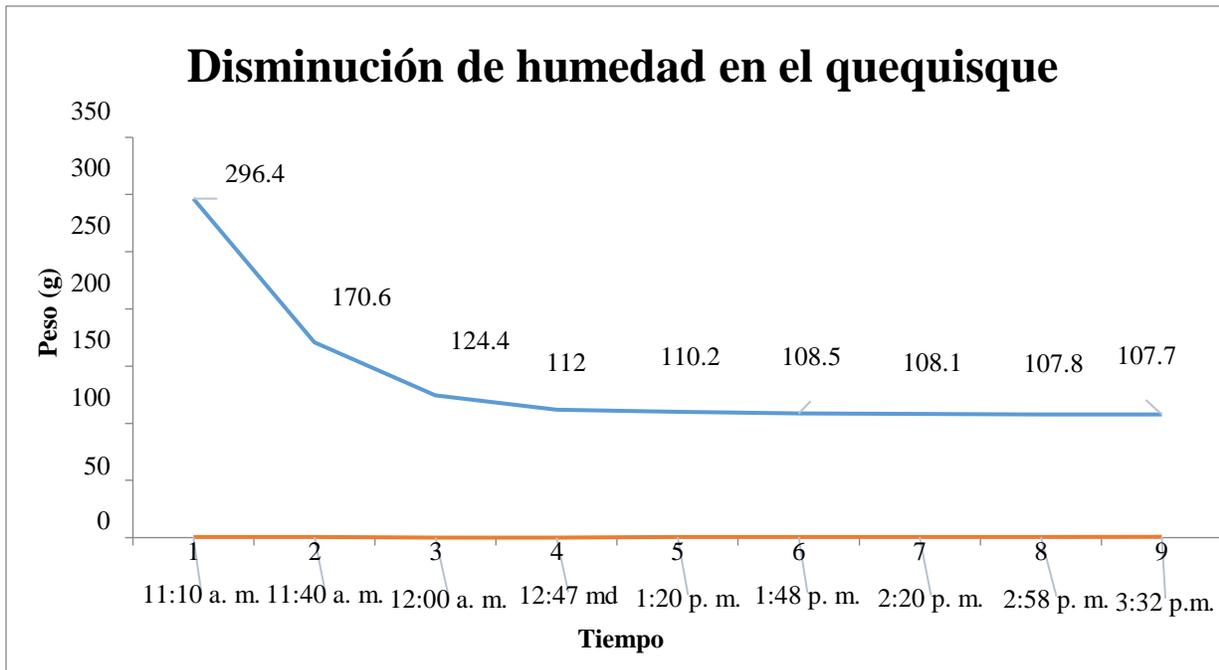


Figura 22 grafico disminución de humedad del quequisque de la variedad lila.

Cuadro 10 composición de agua y materia seca del quequisque de la variedad lila (*xanthosoma violaceum*)

Parámetro	Resultado % quequisque
Humedad	63.66
Materia seca	36.34

Según calderón (2020) la fórmula de cálculo para porcentaje de humedad y materia seca en alimentos se representa de la siguiente manera:

$$\% H = \frac{(Mh - Ms)}{Mh} \times 100$$

$$\% H = \frac{(296.4 - 107.7)}{296.4} \times 100$$

$$= 63.66 \% H$$

$$\% M. S = 100 - \% H$$

$$\% M. S = 100 - 63.66$$

$$= 36.34 \% M S$$

Dónde:

H: Humedad

Mh: materia húmeda

Ms: materia seca

De acuerdo con la Guía técnica para el cultivo del quequisque (*Xanthosoma spp*) (2010) indica que la composición química proximal promedio % del quequisque *Xanthosoma sagittifolium* (quequisque blanco) es % de humedad 70, 0 y % materia seca 30. En cuanto a los datos obtenidos del quequisque lila (*xanthosoma violaceum*) se puede observar y comparar que están en un rango similar ya que su % de humedad está en 63. 66 y el % de materia seca en 36.34.

5.2 Ensayos de variables evaluadas

5.2.1 Ensayos

Tomando en cuenta que para los ensayos se aplicó el diseño experimental DCA de (1x3) la variable en estudio quequisque lila y tres repeticiones en la elaboración de harina, donde se evaluaron las variables corte, inmersión y el deshidratado. Se utilizó para cada ensayo 2kg (2000 g) de materia prima donde se utilizó 1 kg (1000 g) para poner en experimentación las variables en estudio de combinación de inmersión con corte.

Cuadro 11 resultados de los ensayos

N° de ensayos²	Peso I.MT	Peso (D)	Peso (A.T)	Peso (D.T)	Peso (I.D)	Peso (F.D)	Harina³
1 A.L/C.R	500g	178g	322g	326g	326g	182.32g	180.82g
1 A.AC/C.B	500g	114.05g	385.95g	389.45g	389.45g	163.75g	161.25g
2 A.L/C.B	830g	179g	651g	691.5g	691g	250.4	247.9g
2 A.AC/C.R	830g	165g	655g	696.8g	696.8g	265.8g	263.3
3 A.L/C.R	1000g	243.22g	756.76g	791.76g	791.76g	332	329.5g
3 A.AC/C.B	1000g	233.2g	766.8g	798.25g	798.25g	339.4	336.9g

Según los datos obtenidos y reflejados en la tabla anterior, mediante los ensayos realizados para la elaboración de harina de quequisque se determinó que con 1kg de materia prima se obtiene 329.5-336.9 g de harina esto posterior a cada proceso realizado en los ensayos, tomando en cuenta que hubo pérdidas en el quequisque por presencia de enfermedades y daños físicos encontrados en el quequisque.

² En el cuadro (11) se presentan las siguientes abreviaciones para la celda de número de ensayos: para antioxidante natural limón (A.L) para antioxidante comercial ácido cítrico (A.AC) para los cortes en rodajas (C.R) para los cortes en bastón (C.B).

³ En el cuadro (11) se presentan las siguientes abreviaciones: peso inicial materia prima (I.MT), peso de descarte (DC), peso antes de la inmersión (A. T), peso después de la inmersión (D.T), peso inicial antes del deshidratado (I.D), peso final del deshidratado (F.D).

En la presente tabla se muestran los resultados de los rendimientos de las harinas elaboradas con cada uno de los tratamientos y cortes.

Cuadro 12 datos de rendimiento de harinas de cada ensayo

Rendimiento de los ensayos realizados			
N° ensayo	Cortes	Tratamientos	% Rendimiento
Ensayo 1	Rodajas	Jugo de limón	36.16 %
Ensayo 1	bastón	Ácido cítrico	32.25 %
Ensayo 2	bastón	Jugo de limón	29.86 %
Ensayo 2	rodaja	Ácido cítrico	31.72 %
Ensayo 3	rodajas	Jugo de limón	32.95 %
Ensayo 3	bastón	Ácido cítrico	33.69 %

Fórmula para determinar rendimiento.

$$\frac{\text{cantidad obtenida}}{\text{cantidad usada}} \times 100$$

Mediante cada uno de los ensayos realizados a nivel de laboratorio se pudo determinar por medio de las variables evaluadas siendo estas el corte realizado al quequisque, en la inmersión el método para evitar la oxidación enzimática en el tubérculo y en cuanto al rendimiento obtenido; los resultados obtenidos en los ensayos representan buenas características y datos para indicar un debido procesamiento y uso de las variables; en cuanto al corte en rodajas favorece por su precisión de medida en el grosor, a la vez el corte en bastón favorece en la producción de harina porque de esta manera se puede deshidratar mayor cantidad de quequisque debido a que la forma alargada permite colocar más cantidad en bandejas, así como también de los 2 antioxidantes evaluados favorecen en el procesamiento dado que demuestran que evitan la oxidación, pero el antioxidante comercial ácido cítrico evita la oxidación del quequisque antes y después de ser deshidratado y una vez obtenida la harina procesada en galletas y empanizador, los productos obtenidos presentaban mejor coloración según datos obtenidos de evaluación sensorial.

5.3 Resultados y discusión de la harina resultante de la variedad de quequisque en estudio, a través de análisis proximal completo

Análisis y discusión de resultados de la harina de quequisque lila (*Xanthosoma violaceum*).

Los resultados del análisis proximal nutricional realizado en la harina de quequisque lila (*Xanthosoma violaceum*) por los métodos internacionales de la AOAC fueron los siguientes:

Actualmente no hay normas nacionales e internacionales que indiquen los límites permisibles en cuanto al nivel nutricional de la harina de quequisque lila. Por lo que se estará dando comparaciones con otro estudio de Venezuela por Palomino et al (2010) de harinas similares.

Cuadro 13 comparación de la composición nutricional de la harina de quequisque lila (*Xanthosoma violaceum*), quequisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*) y harina de malanga (*Colocasia esculenta*).

Parámetros	Harina de Quequisque lila ⁴ (<i>Xanthosoma Violaceum</i>) (%)	Harina de Quequisque blanco ⁵ (<i>xanthosoma sagittifolium</i>) %	Harina de Malanga ⁶ (<i>colocasia esculenta</i>)
Humedad	12.301	11.04	9
Materia seca	87.699	88.96	91
Cenizas	6.002	4.25	2.64
Extracto etéreo	0.362	0.88	0.41
Proteína	4.966	6.37	4.57
Carbohidrato totales	76.368	77.46	83.38

⁴ Resultados de investigación propia (2021) Nicaragua

⁵ Resultados de investigación Palomino (2010) Venezuela

⁶ Resultados de investigación Palomino (2010) Venezuela

Como se observa en la tabla (13) los resultados obtenidos del análisis proximal de la harina de quequisque de la variedad lila realizados por el laboratorio de biotecnología de la UNAN-Managua (2021), lo cual se realizó una comparación para tener un mayor aporte, respecto al estudio realizado por Palomino et al (2010) mediante el análisis de las harinas de quequisque blanco y malanga. Al igual la comparación con datos permisibles del Codex (152-1985) NTON de harina de trigo.

Para el contenido de humedad de la harina de quequisque lila se obtuvo un porcentaje del 12.301 % con respecto al estudio de Palomino la malanga y el quequisque blanco fue de 9% y 11.04%. Se obtuvo mayor contenido de humedad para la muestra procesada en este estudio en Nicaragua. Se puede indicar que el % de humedad de la harina de quequisque lila está en rango permisible según el Codex (152-1985) NTON para harina de trigo que indica que los datos mínimos de % humedad en harinas debe ser menos 15. %.

Respecto al contenido de materia seca se obtuvo un porcentaje del 87.699% en la harina de quequisque lila, en comparación con el estudio de Palomino la harina de quequisque blanco y la malanga fue del 88.96% y 91% esto indica que el contenido porcentual de materia seca es mayor en la harina malanga, y en la de quequisque blanco y el lila tienen una diferencia mínima de 1.2 %.

El contenido de cenizas (minerales totales) en la harina de quequisque lila fue de un porcentaje del 6.002%, se verifica con respecto a Palomino que la harina en estudio tiene un mayor contenido de ceniza que la de quequisque blanco que es del 4.25% y la malanga 2.64%.

En cuanto al contenido de extracto etéreo (grasa) de la harina de quequisque en estudio fue del 0.362% en comparación con el estudio de Palomino se observa que la harina de quequisque blanco 0.88 % y la de malanga 0.41 %, así se verifica que el quequisque de la variedad lila tiene un porcentaje bajo en grasa en comparación a la harina de quequisque blanco y la malanga.

De manera que el contenido de proteína de la harina de esta investigación es de 4.966 %, tomando la referencia del estudio de Palomino se observa que el contenido de proteína es mayor en la harina de quequisque blanco 6.37%, y la malanga con un contenido del 4.57% teniendo similitud con la harina de quequisque lila. De acuerdo a la norma Codex (Stan 152 - 1985 (Rey. 1-1995) para harina de trigo, estas harinas están en un rango mínimo de proteína para una harina debe ser menor

7 % los resultados de la harina de quequisque nicaragüense y las comparadas se encuentra entre lo establecido.

En cuanto al contenido de carbohidratos totales en la harina en estudio es del 76.36 % con respecto al estudio que se toma como referencia en comparación indica que en las demás harinas es 76.46% en quequisque blanco y 83.38% en malanga, se puede observar que el mayor contenido de carbohidratos totales se encuentra en la malanga, a su vez en las harinas de las variedades de quequisque no se observa mayor diferencia.

5.4 Desarrollo y elaboración de los productos agroindustriales a partir de la harina de quequisque de la variedad en estudio

Con el principal objetivo de determinar la aceptación de la harina de quequisque se elaboraron productos derivados de la misma (galletas y empanizador). El desarrollo de la galleta llevo un proceso de elaboración de dos tipos, en cuanto a la utilización de harina de quequisque con tratamientos diferentes de la utilización de antioxidantes comercial y natural (ácido cítrico y limón), pero con formulaciones iguales en cuanto a la cantidad de los insumos utilizados.

El desarrollo del empanizador se llevó a cabo de la misma manera dos tipos utilizando harina de quequisque con tratamientos diferentes en cuanto al antioxidante utilizado comercial y natural (ácido cítrico y limón), pero con una formulación igual en porcentaje de insumos.

Se pudo determinar que los productos elaborados a base de harina de quequisque con los tratamientos evaluados, tenían diferencias en su color, las galletas elaboradas con harina con antioxidante natural limón resultaron de un color oscuro y las galletas con harina de tratamiento comercial ácido cítrico eran de color claro. De igual manera el empanizador elaborado al momento de ser utilizados en revestimiento de pollo fue notable la diferencia de color dependiendo del tratamiento, ya que el elaborado a partir de harina con antioxidante natural/limón resultó de un color más oscuro que el empanizador elaborado a partir de la harina con antioxidante comercial.



Figura 23 harina de quequisque con diferente tratamiento



Figura 24 galleta con tratamiento limón



Figura 26 harina de quequisque tratamiento ácido cítrico



Figura 25 harina de quequisque tratamiento limón

La ficha de evaluación sensorial se le aplico a un panel no entrenado de 25 personas integrado por docentes, estudiantes y personal administrativo, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo a la cercanía al (laboratorio de alimentos), a estas personas se les dio a degustar el producto con cada una de las muestras a evaluar para posteriormente llenar el test de evaluación. Ver ficha de evaluación de los dos productos y evidencia de la realización de la misma en anexos.

Realizada la evaluación para cada uno de los productos, se procedió a recopilar la información obtenida proveniente de cada uno de los evaluadores, se analizaron los resultados haciendo uso del programa informático Excel para la tabulación de los datos, y el programa estadístico Infostat para el análisis estadístico.

5.5 Análisis de datos realizado a los dos productos en estudio (galletas/empanizador)

Hipótesis

Ho. Los dos productos elaborados a partir de la harina de quequisque presentaron características organolépticas aceptables por el evaluador igual a los dos productos testigos.

Ha. Al menos uno de los productos elaborados a partir de la harina de quequisque presenta las mejores características organolépticas aceptables por el evaluador que el testigo utilizado.

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
Variable 600 0.03 0.02 48.34

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC Especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	55.31	7	7.90	2.76	0.0079
Atributo	0.00	3	0.00	0.00	>0.9999
Repetición	55.31	4	13.83	4.83	0.0008
Error	1694.69	592	2.86		
Total	1750.00	599			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.38370

Error: 2.8626 gl: 592

<u>Atributo</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
2 olor	3.56	150	0.17 A
1 color	3.54	150	0.17 A
4 textura	3.53	150	0.16 A
3 sabor	3.02	150	0.36 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según los datos obtenidos del análisis de varianza ANDEVA, se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% que los productos elaborados a partir de la harina de quequisque de la variedad lila son agradables para el consumidor según los atributos dado que obtuvieron mejor resultado en la escala de puntuación en cuanto a los productos testigo mediante el valor de las medias obtenido donde se puede apreciar que el sabor es evaluado con menor aceptación siendo el atributo con menor puntuación en la escala hedónica.

El Cuadro (14) indica las medias de los resultados de la evaluación sensorial realizada a las galletas elaboradas a partir de la harina de quequisque, comparando con un producto testigo elaborado de

harina comercial. Los datos fueron aplicados mediante análisis de varianza (ANDEVA) y se aplicó el estadístico de prueba LSD Fisher, con un nivel de confianza del 95% para comparar los tratamientos.

Cuadro 14 Medias de la evaluación sensorial de las galletas de harina de quequisque

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura
A	4.28±0.16A	4.36±0.17A	4.48±0.17A	4.40±0.17A
B	4.24±0.16A	4.12±0.17A	4.08±0.17A	4.36±0.17A
C	3.72±0.16B	3.96±0.17A	4.84±0.17B	4.00±0.17A

Color: Según el análisis de varianza realizado utilizando el estadístico de prueba de LSD Fisher, para observar el valor de las medias se determina que el valor del tratamiento A y B son similares ya que se representan con la misma letra indicando que dichos tratamientos son aceptables para el evaluador, en cuanto al tratamiento C se registra con un valor menor indicando su grado de menor aceptabilidad.

Olor: en el análisis de este atributo no hay diferencia en el olor de los productos, los tratamientos A, B y C ya que se puede observar que el valor de las medias son valores significativos por lo cual se representan con la misma letra, no obstante, se puede determinar que para el evaluador este atributo es de agrado respecto en todos los tratamientos.

Sabor: en este análisis realizado indica que los tratamientos B y A tienen un valor en la media cercano a 5, siendo este el mayor valor en la escala de puntuación planteada, indicando de esta manera que para el evaluador dichos tratamientos representan mayor aceptación. Con respecto al tratamiento A, existe similitud con los otros 2 tratamientos ya que están cercanos al valor de las medias.

Textura: en el análisis de este atributo, no hay diferencia estadísticamente en los tres tratamientos, ya que el valor de las medias son valores similares por lo tanto se representan con la misma letra, siendo valores cercanos a 5 indicando que para el evaluador es aceptable los tres tratamientos en este atributo analizado

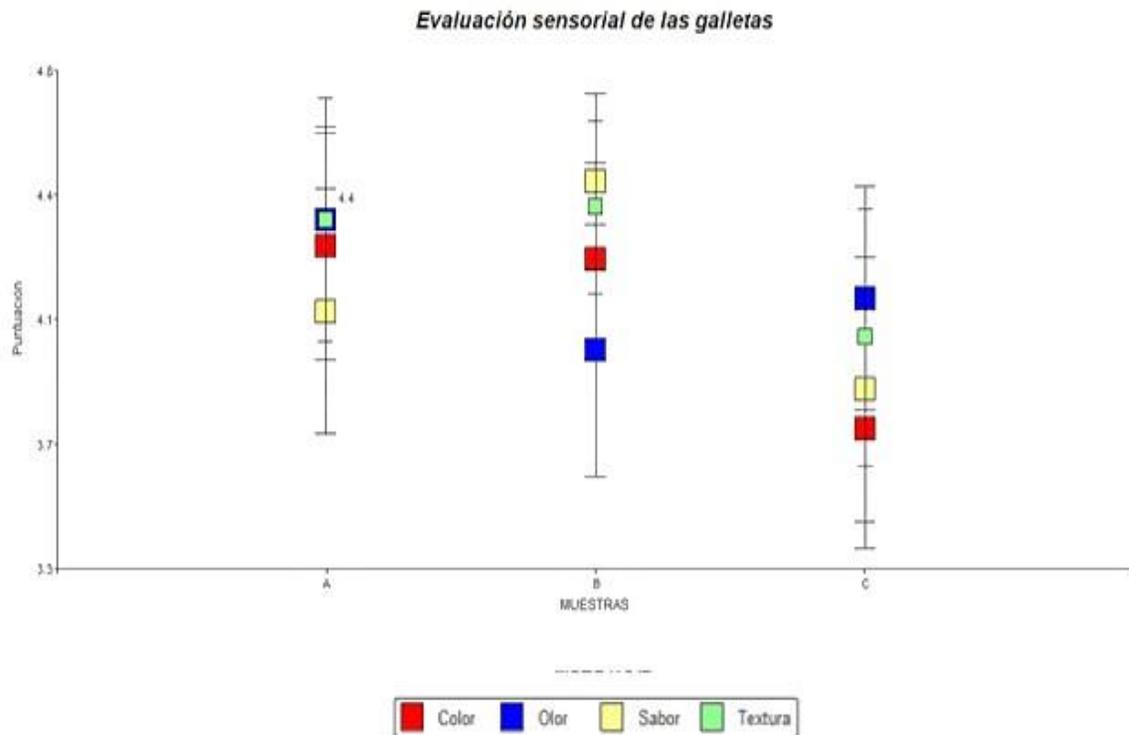


Figura 27 gráfico de puntuación de evaluación sensorial de galletas a base de harina de quequisque

Mediante el gráfico de puntuación realizado para obtener una representación y apreciación sobre la valoración que brindaron los evaluadores acerca de las galletas elaboradas a base de harina de quequisque, se puede determinar que las muestras A y C tuvieron una puntuación similar en cuanto a los atributos olor y textura con un 4.4 y 4, en cuanto a la muestra B esta con una puntuación similar a la muestra A y C en su textura. Las puntuaciones dadas para los demás atributos como el color y sabor fueron valores cercanos al valor máximo de puntuación, por lo cual es posible determinar que las galletas elaboradas a partir de harina de quequisque fue apreciado de manera positiva por parte de los evaluadores.

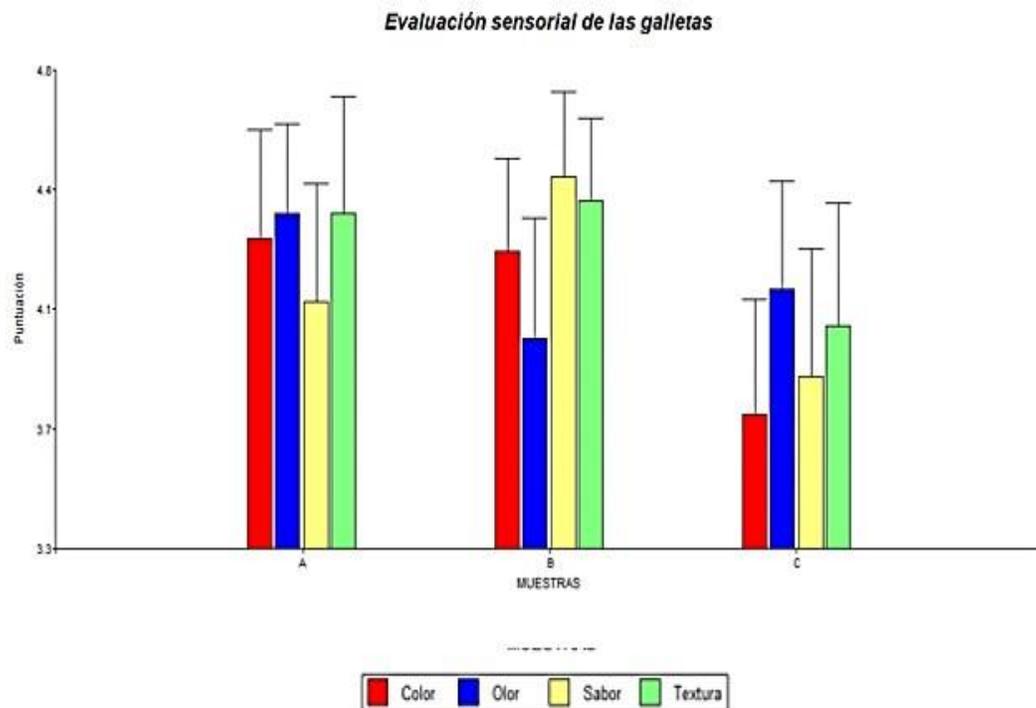


Figura 28 gráfico de barra de evaluación sensorial de galletas a base de harina de quequisque

Dado el gráfico de barras se observa de igual manera que los atributos con una mayor puntuación según los evaluadores del análisis sensorial, tienen una preferencia similar de las muestras A y C en su olor y textura. La muestra B tiene su puntuación similar entre A y C en el atributo de textura. Mas A y C tienen una puntuación de preferencia menor en sabor y color, la muestra B da referencia que tiene una menor puntuación a diferencia de A y C en su color y olor. Pero dado que la diferencia es mínima porque ninguna tuvo una puntuación bajo 3, son mayores a 3 estas se acerca a su puntuación máxima que es 5. Por lo tanto es posible determinar que las galletas elaboradas a partir de harina de quequisque fue apreciado de manera positiva por parte de los evaluadores.

Análisis de datos obtenidos de la evaluación sensorial realizada a las galletas elaboradas a partir de harina de quequisque de la variedad lila

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Tratamiento	300	0.04	0.02	40.45

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC Especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8.91	7	1.27	1.95	0.0624
Atributo	0.00	3	0.00	0.00	>0.9999
Puntuación	8.91	4	2.23	3.40	0.0097
Error	191.09	292	0.65		
Total	200.00	299			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25999

Error: 0.6544 gl: 292

Atributos Medias n E.E.

3sabor 1.92 75 0.18 A

1color 2.09 75 0.11 A

2olor 2.12 75 0.11 A

4textura 2.14 75 0.11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Mediante el análisis de varianza obtenido de la evaluación sensorial realizada a las galletas, se pudo determinar que se acepta la hipótesis nula ya que el valor P (0.9999) es mayor a 0.05 y se rechaza la hipótesis alternativa; lo cual indica que los dos productos elaborados a partir de harina de quequisque presentaron buenas características organolépticas percibidas por los evaluadores.

En cuanto al valor de las medias se demuestra que el atributo de mejor valoración en la evaluación sensorial realizada, es la textura ya que presenta una media en el rango de 2.14 y el atributo que presentó menor valoración es el sabor dado que presenta una valoración de media de 1.92. Por otro lado, los dos atributos olor y color presentan un rango de media uno cercano a otro valor de las medias cercano a los otros dos atributos siendo estos mínimamente significativo en cuanto al dato de sus medias.

Por otra parte, según el valor de las medias de los productos evaluados en comparación con la muestra testigo se determinó similitud en estos valores, por lo cual es posible indicar que los

productos elaborados a partir de harina de quequisque son aceptables al consumidor en cuanto a propiedades organolépticas evaluadas.

Análisis de datos obtenidos de la evaluación sensorial realizada al empanizador elaborado de harina de quequisque de la variedad lila

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 Tratamiento 300 0.03 0.01 40.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V. SC gl CM F p-valor
 Modelo 6.01 6 1.00 1.51 0.1737
 Atributos 0.00 3 0.00 0.00 >0.9999
 Puntuación 6.01 3 2.00 3.03 0.0299
 Error 193.99 293 0.66
 Total 200.00 299

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.26151

Error: 0.6621 gl: 293

Repetición Medias n E.E.

1 Color 2.06 75 0.10 A
 4 Textura 2.07 75 0.12 A
 3 Sabor 2.09 75 0.12 A
 2 Olor 2.12 75 0.12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 15 Medias de la evaluación sensorial del empanizador de harina de quequisque

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura
A	4.32±0.13A	4.32±0.16A	4.12±0.15A	3.72±0.17A
B	4.60±0.13A	4.16±0.16A	4.04±0.15A	3.92±0.17A
C	3.88±0.13B	4.08±0.16A	3.60±0.15B	3.76±0.17A

Mediante el análisis de varianza obtenido de la evaluación sensorial realizada al empanizador elaborado de harina de quequisque, se pudo determinar que se acepta la hipótesis nula ya que el valor P (0.9999) es mayor a 0.05 y se rechaza la hipótesis alternativa; lo cual indica que los dos productos elaborados a partir de harina de quequisque presentaron buenas características organolépticas aceptables según la valoración brindada por los evaluadores.

En cuanto al valor de las medias se demuestra que el atributo de mejor aceptación en la evaluación sensorial del empanizador es el olor, presentando un rango de media de 2.12 mayor a los demás productos, y el atributo que presento con menor aceptación por parte de los evaluadores es el color

con un valor de media de 2.06, de igual manera los atributos textura y sabor presentan un valor de media cercano a los otros dos productos siendo estos mínimamente significativos en cuanto al dato de sus respectivas medias.

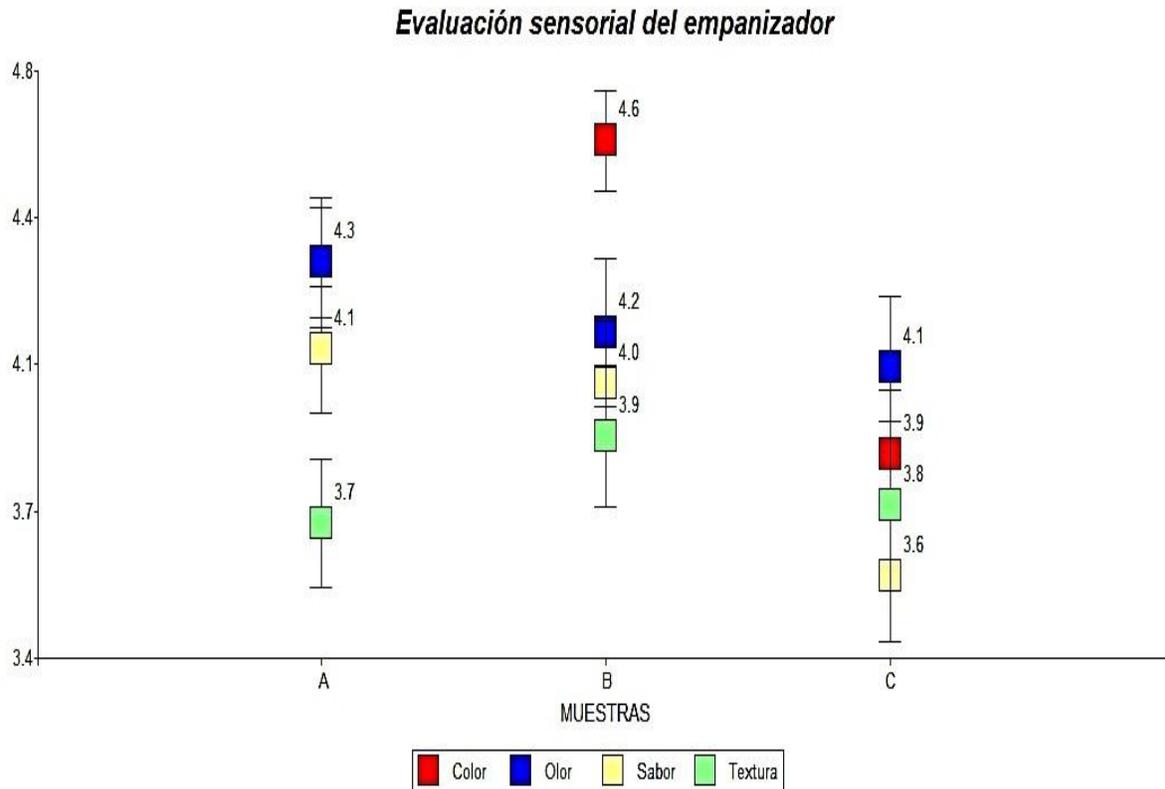


Figura 29 gráfico de puntuación de evaluación sensorial de empanizador a base de harina de quequisque

Mediante el gráfico de puntuación realizado para obtener una mejor apreciación sobre la valoración que brindaron los evaluadores acerca del empanizador elaborado, se puede determinar que en las 3 muestras o tratamientos evaluadas el atributo con mayor puntuación es el olor indicando valores de media de 4.6, dichos valores según la escala de puntuación son cercanos a 5 por lo cual, es posible afirmar que este atributo resulto el más agradable para los evaluadores en la muestra B, sin embargo las puntuaciones dadas para los demás atributos como el color, sabor y textura también son valores cercanos al valor máximo de puntuación por lo cual ha sido posible determinar que el empanizador elaborado a partir de harina de quequisque fue apreciado de manera positiva por parte de los evaluadores.

Evaluación sensorial de empanizador

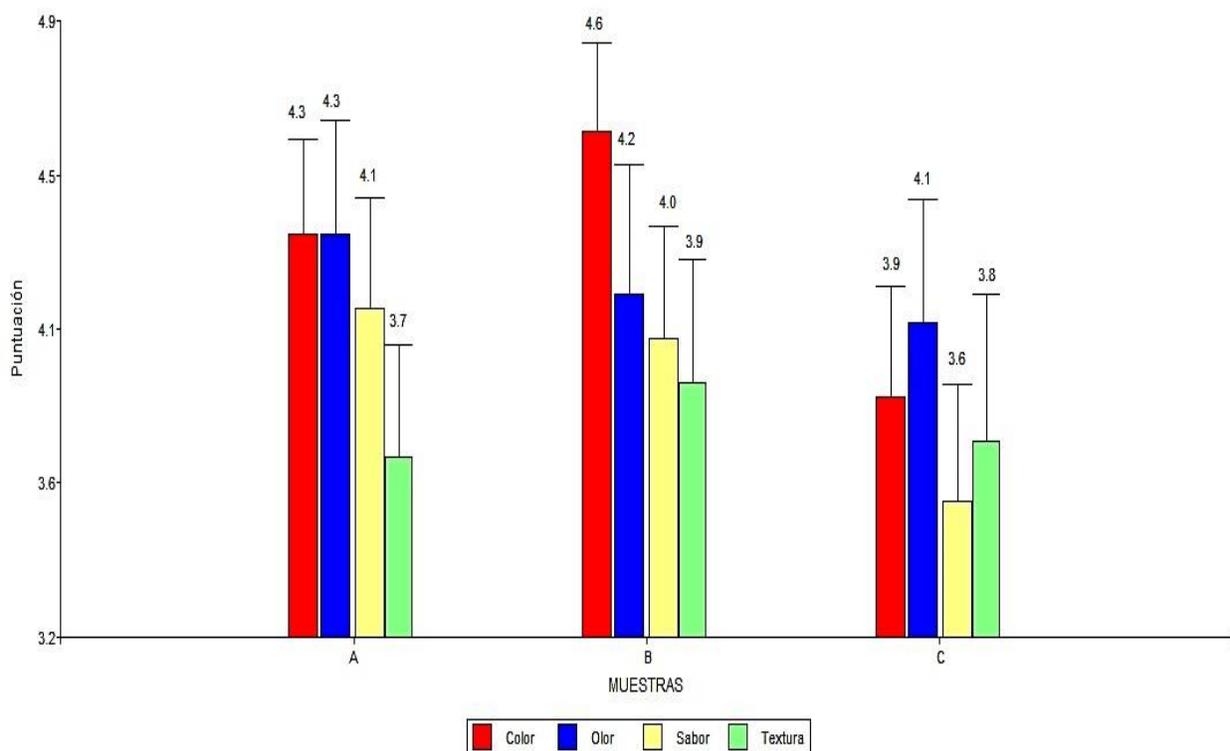


Figura 30 gráfico de barra de evaluación sensorial de empanizador a base de harina de quequisque evaluado en fajitas de pollo

En este gráfico de barras de igual manera se puede determinar que el atributo determinado a través del análisis sensorial realizado, con mayor valoración fue el color dando una puntuación de 4.6 valor cercano a 5, el cual es la puntuación mayor en la escala de puntuación indicado en la muestra B, pero del mismo modo se puede apreciar mediante el gráfico que el empanizador evaluado mediante los atributos olor sabor y textura también fue apreciado por parte de los evaluadores de manera positiva dando puntuaciones en un rango de 3 a 4 siendo estos valores cercanos a 5; por lo tanto es posible afirmar que el empanizador elaborado a partir de harina de quequisque tiene aceptación en cuanto a los atributos evaluados en comparación con la muestra testigo elaborado con empanizador comercial.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

Mediante la caracterización física de la materia prima (peso, longitud, diámetro, % humedad y % materia seca) se determinó que la transformación del quequisque de la variedad en estudio, representa una alternativa para el diseño de elaboración de productos en cuanto a % humedad de 63.66, materia seca de 36.34 % (datos cercanos a los parámetros del quequisque de la variedad blanca) y las características morfológicas del quequisque de la variedad lila.

Una vez realizados los ensayos de la elaboración de harina a partir de quequisque se puede decir que es factible su proceso por medio de las variables evaluadas (corte, inmersión, deshidratado y rendimiento) se reportar que estas pueden ser utilizadas en el proceso productivo de elaboración de harina para un buen desarrollo de producto de calidad, presentando rendimientos de 29.86% y 36.26%.

En esta investigación de acuerdo con los ensayos realizados se determinó que el deshidratado del quequisque, a una temperatura de 65°C durante 4 horas se obtiene una muestra de porcentaje de humedad y materia seca que permite obtener mayor rendimiento para la elaboración de los productos.

El análisis proximal realizado a la harina de quequisque representa una alternativa para el consumo humano por su valor nutricional según datos permisibles del CODEX (Stan 152 - 1985 (Rey. 1-1995), sustituyendo parcialmente harinas producidas en el país.

De acuerdo con el análisis estadístico de la evaluación sensorial realizada indica que existe aceptación por parte de los evaluadores hacia los dos productos elaborados de la harina de quequisque de la variedad lila dado que en las puntuaciones obtenidas para los productos evaluados galleta y empanizador, obtuvieron valoraciones entre 4 y 5 siendo valores cercanos a 5 (valor máximo en la escala de puntuación) lo que refiere que elaborar productos derivados del quequisque son aceptables por el consumidor de acuerdo con las características organolépticas evaluadas en ambos productos.

VII. RECOMENDACIONES

Se hacen las siguientes recomendaciones para el estudio de la evaluación de quequisque en enfoque de la alimentación en Nicaragua:

Realizar más pruebas acordes a la caracterización de la materia prima como: (contenido de almidón, carbohidratos totales, proteína, cenizas) de la variedad de quequisque en estudio.

Se sugiere un análisis completo microbiológico a la harina quequisque de la variedad lila para conocer el contenido de los microorganismos presente.

Realizar análisis nutricional a los productos agroindustriales derivados de la harina de quequisque (galletas y empanizador) para determinar su aporte a la seguridad alimentaria.

Investigar con otras variedades de quequisque de producción comestible existente en Nicaragua para la producción de alimentos.

Comparar dos variedades de quequisque (comestible) lila y blanco, para conocer cuál presenta mejores características para su transformación en productos agroindustriales.

Ofrecer un aprovechamiento de los desechos del quequisque (cascara) generados en el proceso de elaboración de harina.

Se recomienda realizar un estudio de factibilidad de la investigación para conocer la viabilidad y parte financiera del producto.

VIII. LITERATURA CITADA

- Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos. (2020). <http://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos#:~:text=El%20prop%C3%B3sito%20de%20la%20evaluaci%C3%B3n,aprovechar%20y%20aplicar%20estas%20mediciones.>
- Barda-Nora. (2006). Análisis sensorial de los alimentos. entrevista a Nora Barda. *Fruticultura y Diversificación*. Sidalc, 12 (48), 34-37. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=inta2.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=040284>
- Baroni, M., Calandri, E., Di, P., Martínez, M., y Moiraghi, M. (2016). *Análisis físico-químico y sensorial de los alimentos*. (6. Ed.). <https://cicytac.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2018/03/AnalisisFisico-QuimicosSensoriales.pdf>
- Bou-Rached, L., de-Vizcarrondo, C. A., Rincón, A. M., & Padilla, F. (Diciembre, 2006). Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(4), 375-383. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222006000400010&script=sci_arttext
- CETREX. (2021 Noviembre 21). EXPORTACIONES A OCTUBRE DE 2021. <https://apen.org.ni/download/informe-de-exportaciones-octubre-2021/>
- Calderón, B. (2020, 14 de Junio). Calculo del porcentaje de humedad en alimentos [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pkCBVVbiNEs>
- Carreira-Inés. (2016) *Todo lo que debes saber sobre las harinas*. <https://www.cooperativasimbiosis.com/harinas/>
- Castro G., Narváez H., Ortega T., (abril 2013). Guía de manejo agronómico del quequisque en Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01R457g.pdf>
- Castro, C. M., Rivera D. E., & Velásquez J. E. (2017) *Evaluación del efecto de la harina de plátano verde (musa paradisiaca) sobre las características organolépticas de cuatro formulaciones para empanizador de pollo*. [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador] Repositorio institucional <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14638/1/13101641.pdf>
- De Michelis, A., & Ohaco, E. (2015). Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Buenos Aires, Argentina. INTA. (V. Ed.) 47-51. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf
- Díaz, D. (2017). *Manual de laboratorio de Bromatología*. Tuxpan Veracruz. <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/MANUAL-DE-BROMATOLOGIA-2017.pdf>

- Dussán-Sarria, S., Hurtado-Hurtado D y Camacho-Tamayo, J. (octubre, 2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinua y Chontaduro. Bogotá, Colombia. Scielo, Inf. Tecnol, 30(5). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000500003&lang=pt
- Ficha producto “quequisque/malanga. (2010). https://www.academia.edu/16639750/FICHA_DE_QUEQUISQUE_MALANGA_JUNIO_2010
- García Vado., y María Cecilia. (2007). *Colecta y establecimiento de banco de germoplasma en colección viva e in vitro del género xanthosoma en Nicaragua* [tesis de diplomado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2053>
- García-Ahued, Maricela. (Julio, 2014). Análisis sensorial de los alimentos en Hidalgo, México. Boletín científico ICBI, 2(3), 1-1. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>
- Gómez-Julio. (Diciembre, 2006). Alimentos nutritivos, Nicaragua. ADDAC, 1(1), 15. http://www.addac.org.ni/files/attachments/documentos/guia_alimentos_nutritivos.pdf
- Guerra Benavidez C. (2020). La Eco-gastronomía como camino del desarrollo culinario del futuro en respuesta a la problemática ambiental generada por el actual sistema de producción de alimentos e industria alimentaria. [Tesis de pregrado, Universidad de los Hemisferios]. Archivo digital. <http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1319/Tesis%20Carlos%20Benavides1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GUIA TECNICA PARA EL CULTIVO DEL QUEQUISQUE (XANTHOSOMA SPP). (2010). <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965gq.pdf>
- Hernández, L., & Monterrey Mercado, J. (2007). *Análisis de la cadena subsectorial del quequisque*. Admin. 201502201142. 1424454130. Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA), Managua (Nicaragua). <http://www.renida.net.ni/renida/funica/REE70-H557.pdf>
- Herrera, C.(2021, noviembre 26). *Proyectan incremento de la producción de raíces y tubérculos para el 2022 en Nicaragua*. <https://diariobarricada.com/proyectan-incremento-de-la-produccion-de-raices-y-tuberculos-para-el-2022-en-nicaragua/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma para los productos a base de ginseng (CODEX STAN 295R-2009, MOD)*. (Norma núm. 2833). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te_inen_2833.pdf
- Latham M., (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29 <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm#Contents>

- Mairena Palacios, A. E., & Ibarra Escoto, Y. J. (2005). *Estudio de la producción y comercialización del quequisque (Xanthosoma sagittifolium (L) Schott), en el municipio de Nueva Guinea, en el período 2000-2004* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/783/1/tnf01m228.pdf>
- Manual del Protagonista sobre Raíces y Tubérculos. (2018). https://www.tecnacional.edu.ni/media/Raices_y_Tuberculos.pdf
- Narváez Barreto, T. L., y Castillo López, M. A. (2018) *Políticas Sectoriales Sub Tema: Políticas Económicas Dirigidas al Fomento del Sector Agrícola de Nicaragua (2012-2016)* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional <https://repositorio.unan.edu.ni/9231/1/18873.pdf>
- Palomino, C., Molina, Y., & Pérez, E. (2010). Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de Colocasia esculenta (L.) Schott y Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott. Caracas, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.(UCV)*, 36(2), 58-66. https://www.researchgate.net/profile/Elevina-Perez-2/publication/230800798_Physical_and_chemical_characterization_of_flour_and_starches_of_tubers_of_Colocasia_esculenta_L_Schott_and_Xanthosoma_sagittifolium_L_Schott/links/0fcfd5048b36e3c0fd000000/Physical-and-chemical-characterization-of-flour-and-starches-of-tubers-of-Colocasia-esculenta-L-Schott-and-Xanthosoma-sagittifolium-L-Schott.pdf
- Ramírez D. J. (2021). “Ocurrencia de Pythium sp.; y Phytopythium sp., en la rizosfera de quequisque [Xanthosoma sagittifolium L.(Schott)] en tres zonas de Nicaragua” [Tesis de maestría Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional <https://repositorio.una.edu.ni/4305/1/tnh20r173o.pdf>
- REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO HARINAS. (Mayo, 2010). HARINA DE TRIGO FORTIFICADA. ESPECIFICACIONES. NORMA TÉCNICA N°. NTON 03 037-07/RTCA 67.01.15:07. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/df67ee153de227b20625778400720fa8?OpenDocument>
- Reynoza D., (2021). Ocurrencia de Pythium sp., y Phytopythium sp., en la rizosfera de quequisque [Xanthosoma sagittifolium L. (Schott)] en tres zonas de Nicaragua [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4305/1/tnh20r173o.pdf>
- Sánchez Salgado R., y Castro Ramirez A., (Enero, 2016). Mercado el 100, experiencia de consumo participativo para favorecer la sustentabilidad de la agricultura y los sistemas alimentarios *Agricultura sociedad y desarrollo* 13 (1) http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-54722016000100105&script=sci_arttext
- Simas (2005, Agosto 22) *La Agroindustria rural en Nicaragua y sus oportunidades*. <https://www.simas.org.ni/noticias/91/la-agroindustria-rural-en-nicaragua-y-sus-oportunidades/>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Características físicas del quequisque lila

Características físicas	Tubérculos			
	1	2	3	4
Longitud (cm)	243	123	109	191
Diámetro (cm)	61	49	55	46
Peso (g)	662	220	223.5	283

Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial de las galletas a base de harina de quequisque

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL	
Fecha:	
Género: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Edad: _____
PRODUCTO A EVALUAR: GALLETAS A BASE DE HARINA DE QUEQUISQUE	
En la presente ficha de evaluación sensorial se realiza con el objetivo de determinar la aceptabilidad y satisfacción del consumidor hacia las galletas elaboradas a base de harina de quequisque, siendo este un producto innovador por lo cual se hace necesario conocer expectativas que genera el producto.	
1. ¿Consumes alimentos a base de harinas?	
Si <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
2. ¿Con qué frecuencia consumes productos a base de harina?	
Diario <input type="checkbox"/>	
Semanal <input type="checkbox"/>	
Quincenal <input type="checkbox"/>	
Mensual <input type="checkbox"/>	
3. ¿Ha consumido productos derivados del quequisque?	
Si <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Cual: _____	
4. ¿Estaría dispuesto a consumir un producto derivado del quequisque?	
Si <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

Anexo 3. Ficha de escala de puntuación y criterios de las galletas a base de harina de quequisque

Indicaciones:

Pruebe cada una de las muestras a evaluar, y califica las características organolépticas en cuanto a color, olor, sabor y textura. Así mismo se le solicita reportar en el siguiente cuadro los resultados según la escala de calificaciones.

<u>Criterios</u>	<u>Escala de puntuación</u>
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

Atributo	Muestra A	Muestra B	Muestra C
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			

Observaciones _____

Anexo 4. Ficha de evaluación de análisis sensorial de empanizador a base de harina de quequisque, evaluado en fajitas de pollo

FICHA DE EVALUACIÓN DE ANALISIS SENSORIAL

Fecha: _____

Género: F M Edad: _____

PRODUCTO A EVALUAR: EMPANIZADOR BASE DE HARINA DE QUEQUISQUE

1. ¿Consume alimento a base de harinas?

Si NO

2. ¿Utiliza productos de revestimiento (empanizador)?

Si NO

3. ¿Has consumido productos derivados del quequisque?

Si NO

Cual: _____

4. ¿Está dispuesto a consumir productos derivados el quequisque?

Anexo 5. Escala de puntuación y criterios del empanizador a base de harina de quequisque en fajitas de pollo

Indicaciones:

Pruebe cada una de las muestras a evaluar, y califica los atributos de calidad color, olor, sabor y textura. Así mismo se le solicita reportar en el siguiente cuadro los resultados según la escala de calificaciones.

Atributo de calidad

Escala de puntuación

Muy bueno

5

Bueno

4

Regular

3

Malo

2

Muy malo

1

Atributo	Muestra A	Muestra B	Muestra C
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			



Anexo 6. Quequesque deshidratado en forma de rodajas



Anexo 7. Quequesque deshidratado en forma de bastón



Anexo 9. Quequesque antes de ser sometido a deshidratación



Anexo 8. Galletas elaboradas a partir de harina de quequesque

Anexo 10. Panel de evaluadores del primer producto elaborado a base de harina de quequisque, galletas



Anexo 11. Panel de evaluadores del segundo producto elaborado a base de harina de quequisque, empanizador usado en fajitas de pollo

