



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Tema: Desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados.

Trabajo de Titulación, modalidad Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: William Andrés Olalla Chicaiza

Tutor: MSc. Cecilia Mercedes Carpio

Ambato – Ecuador

Julio - 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

MSc. Cecilia Mercedes Carpio

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 18 de junio del 2019



MSc. Cecilia Mercedes Carpio

C.I. 170462765-0

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, William Andrés Olalla Chicaiza, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



William Andrés Olalla Chicaiza

C.I. 172281423-1

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

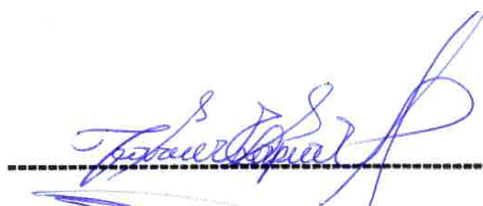


Presidente del Tribunal



Mayra Liliana Paredes Escobar, PhD.

C.I. 050187395-4



Luis Javier Tapia Vasco, Mg.

C.I. 050287011-6

Ambato, 24 de junio del 2019

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



William Andrés Olalla Chicaiza

C.I. 172281423-1

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios y a Jesús del Gran Poder por haberme permitido alcanzar una de las metas más anheladas de mi vida.

A mis padres, en especial a mi madrecita Inés por ser el motor principal de mi vida, mi fortaleza y mis ganas de seguir adelante, pero sobre todo por enseñarme a no dejarme vencer por las adversidades.

A mi estimada tutora MSc. Celicila Carpio, que compartió sus conocimientos, brindándome su paciencia y comprensión que permitieron el desarrollar del presente trabajo.

A todos los Docentes y a la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por brindarme los conocimientos necesarios para ser un buen profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I.....	15
EL PROBLEMA.....	15
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN	15
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	17
2.1.1. Maíz	17
2.1.2. Haba	18
2.1.3. Quinoa.....	18
2.1.4. Fibra	19
2.1.5. Almidón	20
2.1.6. Snack.....	20
2.1.7. Nixtamalización.....	21
2.1.8. Calcio	22
2.2. HIPÓTESIS	23
2.2.1. Hipótesis Nula (Ho).....	23

2.2.2.	Hipótesis Alternativa (Hi)	23
2.3.	SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES	23
2.3.1.	Variable independiente	23
2.3.2.	Variable dependiente	23
CAPÍTULO III		24
MATERIALES Y MÉTODOS		24
3.1.	MATERIALES	24
3.1.1.	Obtención de maíz, haba y quinua nixtamalizados.	24
3.1.2.	Elaboración del snack nixtamalizado	24
3.1.3.	Tratamientos para el estudio	25
3.1.4.	Diagrama de flujo	26
3.1.5.	Descripción del proceso	27
•	Recepción	27
•	Selección	27
•	Clasificación	27
•	Cocción alcalina (Nixtamalización)	27
•	Reposo	27
•	Lavado	28
•	Molienda húmeda	28
•	Mezclado	28
•	Laminado y moldeado	28
•	Cocción	28
•	Empacado y almacenado	28
3.2.	MÉTODOS	29
3.2.1.	Análisis sensorial	29
3.2.2.	Diseño experimental	29
3.3.3.	Análisis proximal	29
•	Humedad	30
•	Cenizas	30
•	Grasa	30
•	Proteína	31
•	Fibra cruda	33
•	Carbohidratos	34

• Almidón	34
• Calcio	37
3.3.4. Determinación de textura	38
3.3.5. Análisis microbiológico	38
3.3.6. Vida útil.....	39
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
4.1.1. Análisis sensorial.....	39
• Apariencia	40
• Sabor	40
• Textura	41
• Aceptabilidad.....	41
4.1.2. Análisis proximal.....	42
4.1.3. Perfil de textura	44
4.1.4. Análisis microbiológico.....	45
4.1.5. Vida útil.....	45
4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	46
CAPÍTULO V	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusiones.....	47
5.2. Recomendaciones.....	48
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	54
ANEXO A - HOJA DE CATA	55
ANEXO B - ANOVAS DEL ANÁLISIS SENSORIAL	57
ANEXO C - TEST DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS MUESTRAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL	59
ANEXO D - ANÁLISIS PRÓXIMAL	61
ANEXO E - ANÁLISIS DE TEXTURA.....	66
ANEXO F - ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	69
ANEXO G - VIDA ÚTIL.....	71
ANEXO H - BALANCE DE MATERIA	75

ANEXO I – FOTOGRAFÍAS	77
ANEXO J – NORMATIVAS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de snacks de maíz, haba y quinua nixtamalizados.....	26
Figura 2. Resultados del análisis sensorial.....	40
Figura 3. Curva estándar de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	63
Figura 4. Curva estándar de Glucosa.....	64
Figura 5. Curva estándar de Calcio.....	65
Figura 6. Resultados de la muestra con mayor aceptabilidad sensorial (H532) para el parámetro de dureza medida en Newtons (N), aplicando la prueba de quiebre de tres puntos y utilizando el texturómetro (Brookfield, USA).	67
Figura 7. Resultados del análisis microbiológico.....	70
Figura 8. Incremento del porcentaje de humedad con relación al tiempo de almacenamiento de distintas temperaturas 25, 30 y 35 °C.....	72
Figura 9. Balance de materia para la elaboración del snack de maíz, haba y quinua nixtamalizados.	76
Figura 10. Laminado de la masa de maíz, haba y quinua nixtamalizados.....	78
Figura 11. Horneado de la masa de granos andinos nixtamalizados.	78
Figura 12. Producto final, snack de maíz, haba y quinua nixtamalizados.	79
Figura 13. Equipo Soxhlet para extracción de grasas/grasa extraída de la muestra en el balón.....	79
Figura 14. Digestión de las muestras para la determinación de proteína.....	80
Figura 15. Coloración turquesa para la determinación de proteína por espectrofotometría según el protocolo descrito por Nkonge & Ballance (1982).....	80
Figura 16. Solución patrón de sulfato de amonio a diferentes concentraciones.	81
Figura 17. Cuantificación de almidón resistente, utilizando el Kit peridocromo Glucosa y midiendo su absorbancia en el espectrofotómetro Spectronic20 Genesys.....	81
Figura 18. Extracción de fibra utilizando Raw Fiber Extractor de Velp científica.	82
Figura 19. Espectrofotómetro de absorción atómica (PG Instruments, AA500), usado para la cuantificación de calcio según procedimientos descritos por Millán Martín, Abadía Bayona & Heras Cobo (1981).	82

Figura 20. Texturómetro Brookfield (PRO CT, USA), empleado para medir la dureza en Newtons (N) del producto. 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores y niveles de estudio	25
Tabla 2. Combinaciones experimentales.....	25
Tabla 3. Análisis proximal para el snack nixtamalizado.....	42
Tabla 4. Tiempo de vida útil del snack a tres temperaturas de almacenamiento.....	46

RESUMEN

El presente estudio estuvo orientado a desarrollar un producto tipo snack utilizando alimentos tradicionales ecuatorianos: Maíz (*Zea mays*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Haba (*Vicia faba*), que fueron nixtamalizados con parámetros óptimos citados en investigaciones anteriores; donde en la última etapa de producción se empleó horneado y fritura. El tratamiento obtenido por horneado y con una relación entre ingredientes 50:30:20 (maíz: haba: quinoa) fue el mejor evaluado en apariencia, sabor, textura y aceptabilidad. Esta formulación se caracterizó mediante análisis proximal, teniendo 406 mg de Ca²⁺ por 100 g de producto; carbohidratos (69,62 %), almidón resistente (2,25 %), bajo en lípidos (3,29 %) y con un alto porcentaje de proteína (10,91 %) en comparación con otros snacks disponibles en el mercado; convirtiéndolo en un alimento sano y nutritivo, apto para personas celíacas debido a que el maíz, haba y quinoa son alimentos sin gluten. El producto no presentó contaminación microbiológica de coliformes totales, mohos y levaduras. Se determinó el tiempo de vida útil según la cinética de deterioro de la calidad del producto, donde el atributo medible fue la humedad (%H) en los snacks almacenados a tres diferentes temperaturas (25, 30 y 35 °C), obteniendo una cinética de deterioro de orden cero (n=0). Por esta razón el tiempo de vida útil a 25 °C se reduce de 10,6 meses hasta 5,6 meses a 35 °C, evidenciando que altas temperaturas de almacenamiento provocan un mayor deterioro de la calidad del snack.

Palabras clave: snacks, nixtamalizados, proteína, fibra, análisis sensorial, vida útil.

ABSTRACT

The present study was oriented to develop a snack product using traditional Ecuadorian foods: Corn (*Zea mays*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Field Bean (*Vicia faba*), which were nixtamalized with optimal parameters cited in previous research; where in the last stage of production they were baked and fried. The treatment obtained by baking and with a relationship between ingredients 50:30:20 (corn: bean: quinoa) was the best evaluated in appearance, flavor, texture and acceptability. This formulation was characterized by proximal analysis, having 406 mg of Ca²⁺ per 100 g of product; carbohydrates (69.62 %), resistant starch (2.25 %), low in lipids (3.29 %) and with a high percentage of protein (10.91 %) compared to other products on the market; making it a healthy and nutritious food, suitable for celiac people because corn, beans and quinoa are gluten-free foods. The product did not present microbiological contamination of total coliforms, molds and yeasts. The shelf life was determined according to the deterioration kinetics of the product quality, where the measurable attribute was humidity (% H) in snacks stored at three different temperatures (25, 30 and 35 °C), obtaining a deterioration kinetics of zero order (n = 0). For this reason, the shelf life is reduced from 10.6 months at 25 °C to 5.6 months at 35 °C, showing that high storage temperatures cause a greater deterioration of snack quality.

Key words: snacks, nixtamalized, protein, fiber, sensory analysis, shelf life.

INTRODUCCIÓN

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. 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 Ramos, Elías Peñafiel & Delgado Soriano, 2017**). Por lo tanto, elaborar snacks saludables y promocionar su consumo, tendría como objetivo mantener una dieta nutritiva y balanceada, que permita reducir los índices de obesidad y otras patologías asociadas como problemas gastrointestinales, diabetes e hipertensión.

El maíz, haba y quinua al no contener gluten, sirven de base para elaborar productos alimenticios destinados a los enfermos celíacos. La celiaquía se caracteriza por la intolerancia al gluten, en concreto son las prolaminas presentes en el trigo (gliadinas); las que resultan tóxicas para las personas con esta patología (**Gálvez, Aravena & Mondaca, 2006**).

La nixtamalización del maíz, haba y quinua utilizando Ca(OH)_2 , facilita la remoción del pericarpio durante la cocción y el reposo, controla la actividad microbiana, mejora el sabor, aroma, color, vida de anaquel y el valor nutricional de los bocaditos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DE SNACKS DE MAÍZ (*Zea mays*), QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y HABA (*Vicia faba*) NIXTAMALIZADOS.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El contenido de proteína del maíz es de 10 - 11%, teniendo la mayor parte en el germen del grano (**Mendoza-Elos, 2018**). En comparación con otros cereales, es un alimento de alto valor energético debido a los carbohidratos presentes. Para *Zea mays* su calidad proteica es baja, está principalmente constituida por zeína, y es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (**Coronel, Ávila, Montes & Montúfar, 2009**).

Considerada mundialmente como una buena fuente alimenticia, el haba (*Vicia faba*) presenta un contenido de proteína cercano al 30% (**Silva-Cristobal, Osorio-Díaz & Bello-Pérez, 2007**). Las leguminosas como el haba son altas en lisina, un aminoácido esencial deficiente en los cereales, es por esta razón que la mezcla de ambos en productos alimenticios es altamente recomendable. La fibra en *V. faba* se encuentra en una proporción del 17%, donde más del 60% son hemicelulosas y alrededor del 35% celulosa (**Maya Ocaña, 2009**).

La quinua provee todos los aminoácidos esenciales, según el estándar para la nutrición humana de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (**Cheng, 2012**). La proteína de la quinua varía entre 13,81 % y 21,9 % dependiendo de la variedad. Los granos contienen 58 - 68 % de almidón y 5 % de azúcares (**Zare & Paulino, 2017**).

El tratamiento térmico–alcalino o nixtamalización, actúa en los componentes de la pared celular del grano, convirtiendo la hemicelulosa en gomas solubles, también permite gelatinizar el almidón, saponifica parte de los lípidos, libera la niacina y solubiliza parte de las proteínas que rodean los gránulos de almidón (**Bello Pérez, Osorio Díaz, Agama Acevedo, Núñez Santiago & Paredes López, 2002**). Estos cambios, se deben

principalmente a modificaciones que ocurren en la estructura del almidón provocados por el agua, el pH alcalino, el tiempo de remojo, cocción y las temperaturas aplicadas (**Castillo et al., 2009**).

Debido a que este tratamiento provoca cambios considerables en los alimentos, la investigación pretende determinar los componentes nutricionales como: carbohidratos, fibra, proteína, cuantificación de Calcio; en el snack como producto terminado, debido que estos pueden verse afectados por la exposición a altas temperaturas y por los tiempos prolongados de proceso.

A más de incentivar el consumo de este tipo de productos agrícolas ancestrales, se contribuye con el Objetivo 10 del Plan Nacional del Buen Vivir : “Impulsar la Transformación de la Matriz Productiva”, donde se busca el incentivar la producción nacional, incorporar valor agregado en alimentos tradicionales para asegurar la soberanía alimentaria y evitar la dependencia de importaciones (**Vega, 2014**). El desarrollo de una tecnología para la elaboración de snacks de maíz, haba y quinua nixtamalizados tiene como finalidad obtener un alimento de evaluación sensorial aceptable, cuyo consumo sea saludable y apto para personas celíacas, de mejor valor nutricional en comparación con sus similares.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Desarrollar un producto tipo snack utilizando Maíz (*Zea mays*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Haba (*Vicia faba*) nixtamalizados.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor formulación para la elaboración de snacks de maíz, haba y quinua nixtamalizados, en función al análisis sensorial de apariencia, sabor, textura y aceptabilidad.
- Caracterizar la mejor formulación mediante análisis proximal.
- Evaluar la calidad microbiológica y vida útil del producto terminado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. Maíz

El maíz (*Zea mays L.*) surgió aproximadamente entre los años 8000 y 600 A.C. en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur. El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen que pertenece a las gramíneas. El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno–seco estacional, en alternancia con las lluvias de verano, ubicadas en regiones montañosas y sobre roca caliza (**Acosta, 2009**). En el Ecuador es una de las pocas especies que se cultivan a nivel nacional (costa, sierra, oriente y galápagos), por lo que es considerado uno de los productos agrícolas más importantes, tanto para consumo humano como por su uso en la agroindustria.

El maíz amarillo contiene principalmente dos vitaminas solubles en grasa: β caroteno (provitamina A) y α tocoferol (vitamina E) (**Paredes López, Guevara Lara & Bello Pérez, 2009**). Los componentes inorgánicos más abundantes son fósforo y calcio, contiene minerales como el magnesio, potasio y sodio, mientras que hierro y zinc en cantidades intermedias. (**Martínez Cruz, Ortiz Pérez & Raigón, 2017**).

En general los granos de maíz tienen baja concentración de proteínas y su calidad está limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. El germen es rico en aceite (30 al 40 %) y contiene 18 – 20 % de proteína. La concentración de cenizas (minerales) está alrededor del 1,3 %. El pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda de aproximadamente 87%, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0,1%) (**Basantes Morales, 2015**).

El almidón es el principal constituyente del maíz (58 - 68%) y las propiedades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido están estrechamente relacionadas con su estructura. El almidón está formado por dos polímeros de glucosa: uno de estructura lineal, la amilosa y un polímero ramificado, la amilopectina (**Rodríguez, San Martín & González de la Cruz, 2001**). Este ha sido ampliamente estudiado debido a su capacidad de gelatinización, siendo una transición de orden–desorden que sufren los polímeros de almidón sometidos a procesos de calentamiento lo cual tiene gran impacto en el procesamiento, calidad y estabilidad de los productos basados en maíz (**Pineda-Gómez, Coral, Arciniegas, Rorales-Rivera & Rodríguez García, 2010**).

2.1.2. Haba

Según el Codex Alimentarius entre las principales leguminosas para el consumo humano están las habas (*Vicia faba*), consideradas como alimentos saludables y que constituyen una de las principales fuentes de proteína en los países en vías de desarrollo. El cultivo se ha adaptado bien a las condiciones climáticas de la Sierra Ecuatoriana, en alturas comprendidas entre los 2600 y 3500 m.s.n.m., soportando bajas temperaturas de entre 7 y 14 °C (**Basantes Morales, 2015**)

El haba es una leguminosa que se puede consumir tanto fresca como seca. Su valor nutritivo es similar, siendo más concentrado en las habas secas. Presenta vitaminas del grupo B y minerales como el fósforo, calcio, hierro y potasio. El aporte de vitamina B1 es mayor a muchos cereales y carnes, destacando también el contenido en vitamina A y riboflavina. **Basantes (2015)** refiere que el contenido de proteína varía según sea el haba verde o seca, comparando las propiedades nutricionales entre éstas, se tiene un contenido de 19,4 – 25 % de proteína en el haba seca y 4.6 % en habas frescas.

Las proteínas son el componente principal en todas las leguminosas de grano como el haba, y son la razón de su impacto nutricional y socioeconómico. Las principales proteínas de la semilla se localizan fundamentalmente en los cotiledones y en el eje embrionario. En *Vicia faba* el 80 % son albúminas y globulinas, estas últimas se acumulan en grandes cantidades durante su desarrollo y son llamadas proteínas de almacenamiento. Se identificaron dos globulinas, legumina (la proteína principal) y vicilina. Los aminoácidos de las leguminosas se pueden comparar con los aminoácidos de la leche, carne y huevos (**Stelman & Wilson, 2014**).

2.1.3. Quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal nutritivo, mismo que durante miles de años fue el principal alimento de las culturas antiguas de los Andes y, en la actualidad está distribuida en diferentes zonas agroecológicas de la región. Presenta características sobresalientes como su capacidad de adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo, dado que pueden obtenerse cosechas desde 2600 a 3500 msnm. Mayores altitudes pueden ocasionar daños a nivel de órganos florales y en menores altitudes no hay grano, se desarrolla a temperaturas entre los 9 a 16 °C, resiste a las heladas hasta de –5 °C donde otros cultivos no pueden desarrollarse (**Revelo Mera, 2010**).

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir, presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales. Es considerada como libre de gluten, su proteína está formada por albúminas y globulinas solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo que dificulta su uso en la panificación. (Romo, Rosero, Forero & Céron, 2006).

Es un alimento de gran valor nutritivo, se destaca de entre los demás productos de origen vegetal principalmente por su alto contenido de proteína de entre 14 – 22 %, siendo casi el doble del contenido proteico que en otros cereales como el trigo y el arroz. La proteína de *Chenopodium quinoa* es rica en histidina y lisina, aminoácidos limitantes en los cereales, contiene 16 de los 24 aminoácidos existentes y se aproxima a los estándares determinados por la FAO para requerimientos nutricionales de humanos (Romo et al., 2006). A las proteínas se suman minerales, vitaminas, almidón y lípidos, en diferente proporción.

Frente a la necesidad global de identificar cultivos que tengan el potencial de producir alimentos de calidad, la quinua se constituye en un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria debido a: su calidad nutritiva, su amplia variabilidad genética, su adaptabilidad y su bajo costo de producción, en especial en aquellos países donde la población tiene un bajo acceso a fuentes de proteína, o donde tienen limitaciones en la producción de alimentos.

2.1.4. Fibra

La fibra vegetal se refiere fundamentalmente a los elementos fibrosos de la pared de la célula vegetal. También está la fibra dietética, formada por polímeros de carbohidratos que no son digeridos ni absorbidos en el intestino delgado, pudiendo someterse o no a la fermentación microbiana en el intestino grueso. Las leguminosas presentan un alto contenido de fibra, y debido a que incluye lignina, celulosa, inulina, gomas, arabinosilano, β -glucano, pectinas y almidones resistentes, la fibra provee efectos beneficiosos en la salud, donde intervienen y regulan el metabolismo de carbohidratos y lípidos (Pérez Ramos et al., 2017).

En el laboratorio lo que se determina es la fibra cruda, residuo orgánico comestible e insoluble que permanece tras haber sometido a la muestra a diferentes tratamientos como la extracción de grasas, hidrólisis ácida - básica y calcinación. La fibra es una fracción que se encuentra únicamente en las muestras de origen vegetal, mientras que las de origen animal contienen cantidades inferiores a un 2 % (Coral Torres, 2014).

2.1.5. Almidón

El almidón constituye el 80-90% de los polisacáridos en la dieta y se encuentra en mayor cantidad en los cereales y leguminosas, es la fuente principal de carbohidratos de almacenamiento en gran parte de alimentos. Este polisacárido está formado por polímeros de α -D-glucosa. Dentro del almidón coexisten dos estructuras diferentes, la amilosa y la amilopectina. La amilopectina es el componente ramificado principal del almidón, constituido principalmente por la presencia de enlaces α (1-6) en ciertos puntos de la cadena formada por α -D-glucosa unidas por enlaces α (1-4); esto es, cada 24 o 30 residuos de glucosa aproximadamente, se presenta un enlace α (1-6), en los puntos de ramificación. Por otro lado, la amilosa se constituye por una cadena lineal larga de α -D-glucosa unidas por enlaces α (1-4); debido al ángulo que se genera por el enlace, la amilosa se acomoda de forma helicoidal, permitiéndole formar una estructura compacta dentro de la molécula de almidón (**Yáñez Ortega, 2013**).

El arreglo estructural de estos polisacáridos dentro de los gránulos de almidón otorga propiedades tecnológicas durante el procesamiento de alimentos como estabilidad, textura, espesor y capacidad gelificante.

2.1.6. Snack

Los snacks, conocidos también como bocaditos, se refieren a aquellos alimentos ligeros que se consumen entre comidas, utilizados para satisfacer temporalmente el hambre al proporcionar mínimas cantidades de energía al cuerpo, por lo general fuera del hogar y en un corto periodo de tiempo. Su consumo ha surgido por los cambios en el estilo de vida, la moda y las necesidades, por lo que su impacto en la dieta dependerá de factores como: frecuencia de consumo, elección, combinación y la complementación con otros alimentos a lo largo del día (**Orozco Barón & Bustamante Quintero, 2016**).

Con la llegada de tendencias como el cuidado de la salud con ejercicio y una sana alimentación, los snacks saludables se convierten en esa opción que cumple con lo que el consumidor necesita, una alimentación sana que no requiere de mucho tiempo de preparación, ya que este tipo de alimentos están diseñados para ser consumidos con practicidad y en cualquier lugar (**Calisto Guzmán, 2009**).

2.1.7. Nixtamalización

La nixtamalización es una técnica ancestral creada por las culturas mesoamericanas, que describe la utilización de cenizas en pelado del maíz, proceso así denominado por las palabras aborígenes mexicanas *nextli* – ceniza y *tamalli* – maíz cocido, que aún es utilizada para la producción de tortillas y otros productos como snacks o bocaditos (**Paredes López et al., 2009**).

Es un tratamiento termo–alcalino que consiste en hervir los granos de maíz en agua con cal o hidróxido de calcio, para ayudar a desprender el pericarpio del grano lo cual permite aumentar la disponibilidad de los aminoácidos y minerales. Adicionalmente facilita el proceso de molienda, mejora la extensibilidad y adhesividad de la masa resultante (**Zizumbo Villarreal & Colunga García-Marín, 2016**).

Se han llevado a cabo diversos estudios que demuestran el aumento de la calidad nutricional de los granos sometidos a este proceso. De manera similar la nixtamalización también es utilizada como método de conservación ya que existe la destrucción de los microorganismos por el calor húmedo durante la cocción de los granos y por el calor seco en la cocción de la masa. La reducción de la actividad de agua (a_w) mediante la disminución del contenido de humedad durante la cocción sobre la superficie caliente permite inhibir el crecimiento microbiano para prolongar el tiempo de vida útil de los productos (**Espinoza & Israel, 2017**).

El proceso de nixtamalización tradicional involucra cambios químicos, estructurales y nutricionales en los diversos constituyentes de los granos, al ser sometidos a un tratamiento térmico–alcalino en presencia de determinada cantidad de agua, que requiere de una combinación de temperatura y tiempo para lograr las condiciones adecuadas en los granos utilizados para la elaboración de alimentos.

Durante el proceso de nixtamalización ocurren las siguientes reacciones fisicoquímicas en el interior del grano: se hidroliza la hemicelulosa del pericarpio, se gelatiniza el almidón, se lleva a cabo la difusión de los iones Ca^{2+} , y la interacción Calcio – almidón, es decir, al iniciar la nixtamalización la solución alcalina degrada y solubiliza a los componentes de la pared celular del pericarpio y produce un ablandamiento del endospermo. Esto permite que el Ca^{2+} y el agua se difundan en los intersticios del endospermo y del germen, también los gránulos de almidón se hinchan, gelatinizándose parcial o totalmente lo cual desorganiza su estructura semicristalina.

Posteriormente, durante el remojo de los granos, los iones Ca^{2+} limitan la gelatinización de los gránulos de almidón debido a la interacción Ca – almidón que se presenta principalmente con la amilosa. Esta interacción previene que el agua siga absorbiéndose, lo que evita una mayor hinchazón y degradación de los gránulos. Después de un tiempo prolongado, el calcio se presenta de manera significativa en el germen (**Vásquez Pilco, 2016**).

2.1.8. Calcio

Los minerales son sustancias químicas requeridas por el cuerpo para una variedad de funciones. El 98 % del calcio que tiene nuestro organismo se encuentra formando parte del sistema óseo, el 0,5% de los dientes y el resto se encuentra en circulación sanguínea, puede estar ligado a proteínas, de forma iónica o formando complejos con ácidos. El calcio específicamente tiene las siguientes funciones: constitución de fluidos y tejidos, conducción nerviosa, regulación cardíaca, componente de los sistemas enzimáticos, estimulante de la secreción hormonal, proliferación celular, contracción muscular, coagulación sanguínea y, la más importante, el mantenimiento de la estructura y calidad de la masa ósea (**García, Morales & Sánchez, 2011**)

En la actualidad se ha incrementado el interés por consumir alimentos que nutran y además mejoren las condiciones de salud. Los alimentos nixtamalizados y que contienen cantidades considerables de calcio se encuentran en este grupo, ya que estudios coinciden en afirmar que su consumo mejora la salud de los huesos. El cuerpo humano no produce minerales por lo que su presencia en el organismo depende exclusivamente del consumo en la dieta.

2.2. HIPÓTESIS

2.2.1. Hipótesis Nula (Ho)

- La nixtamalización de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*), no influye directamente en las propiedades sensoriales, composición proximal, calidad microbiológica y vida útil de un producto tipo snack.

2.2.2. Hipótesis Alternativa (Hi)

- La nixtamalización de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*), influye directamente en las propiedades sensoriales, composición proximal, calidad microbiológica y vida útil de un producto tipo snack.

2.3. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

2.3.1. Variable independiente

Porcentaje de maíz, haba y quinua nixtamalizados.

Forma de procesamiento (horneado, fritura)

2.3.2. Variable dependiente

Propiedades sensoriales, composición proximal, calidad microbiológica y vida útil de un producto tipo snack.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas experimentales se realizaron en el laboratorio de Análisis Instrumental (UODIDE-CIA, Proyecto de Canje de Deuda) y en el laboratorio de Alimentos Funcionales BIOPROPEPTI, pertenecientes a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

3.1. MATERIALES

3.1.1. Obtención de maíz, haba y quinua nixtamalizados.

El maíz amarillo, la quinua y el haba fresca fueron adquiridos en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato. Para la obtención del snack se empleó maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados, los mismos que fueron cocidos por separado. Para nixtamalizar el grano de maíz amarillo fue cocido con relación 2:1 (2 l. agua: 1000 g. grano maíz), utilizando 2 % de Ca(OH)_2 , por 40 minutos, a una temperatura de 92 °C, con un pH de 10 – 12 (Fernández-Muñoz et al., 2004).

Para la nixtamalización de vegetales y leguminosas como el haba, las condiciones óptimas de cocción fueron de 30 min. a 90 °C, donde se utilizó 2 % de Ca(OH)_2 en una relación 1:1 de agua y haba, luego se enfrió y permaneció 12 h. en reposo (Téllez-Téllez, San Vicente, Buendía-González, Mendoza & Carrillo, 2009)

Para la quinua, inicialmente se lavó con agua por 3 minutos para eliminar la mayor cantidad de saponinas y evitar el sabor amargo (Quiroga & Escalera, 2010), permaneció en cocción a temperatura de 90 °C durante 30 minutos, con 2 % de hidróxido de calcio en una proporción 1:1 de quinua y agua, que luego dejado en reposo por 12 horas (Villacrés, Peralta, Egas & Mazón, 2011).

3.1.2. Elaboración del snack nixtamalizado

En la elaboración del snack se considera que el almidón contenido en el maíz contribuye mayoritariamente a la estabilidad del producto, ya que la cinética de retrogradación entre amilosa y amilopectina se aprovecha para prolongar la frescura durante el almacenamiento de tortillas de maíz (Salinas Moreno, Pérez Herrera, Castillo Merino & Álvarez Rivas, 2003); es por este motivo que se realizó formulaciones en las cuales se emplea un mayor porcentaje de maíz nixtamalizado para los tratamientos.

Se empleó un diseño experimental AxB (2x3) completamente aleatorizado con dos réplicas, para obtener los datos que permitieron determinar el tratamiento que presente mejores cualidades sensoriales y de aceptabilidad. Los factores y niveles evaluados en la producción del snack de maíz, haba y quinua nixtamalizados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores y niveles de estudio

Factores	Niveles	
A. Forma de procesamiento	a ₀	Fritura
	a ₁	Horneado
B. Relación de ingredientes nixtamalizados Maíz : Haba : Quinua	b ₀	60:25:15
	b ₁	55:10:35
	b ₂	50:30:20

Elaborado por: Olalla, 2019.

3.1.3. Tratamientos para el estudio

Las combinaciones experimentales para elaborar el snack de maíz, haba y quinua nixtamalizados se observan en la Tabla 2, adicionalmente se aplicaron las recomendaciones de las normas NTE INEN 2 561:2010, RTE INEN 060:2012 y NOM-18-7SSA1/ SCFI-2002.

Tabla 2. Combinaciones experimentales

Tratamiento	Códigos cataciones	Forma de procesamiento	Relación ingredientes nixtamalizados
			Maíz : Haba : Quinua
a ₀ b ₀	F622	Fritura	60:25:15
a ₀ b ₁	F513	Fritura	55:10:35
a ₀ b ₂	F532	Fritura	50:30:20
a ₁ b ₀	H622	Horneado	60:25:15
a ₁ b ₁	H513	Horneado	55:10:35
a ₁ b ₂	H532	Horneado	50:30:20

Elaborado por: Olalla, 2019.

3.1.4. Diagrama de flujo

El proceso de elaboración del snack, se ejecutó en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, de la Universidad Técnica de Ambato, siguiendo el procedimiento descrito en la Figura 1.

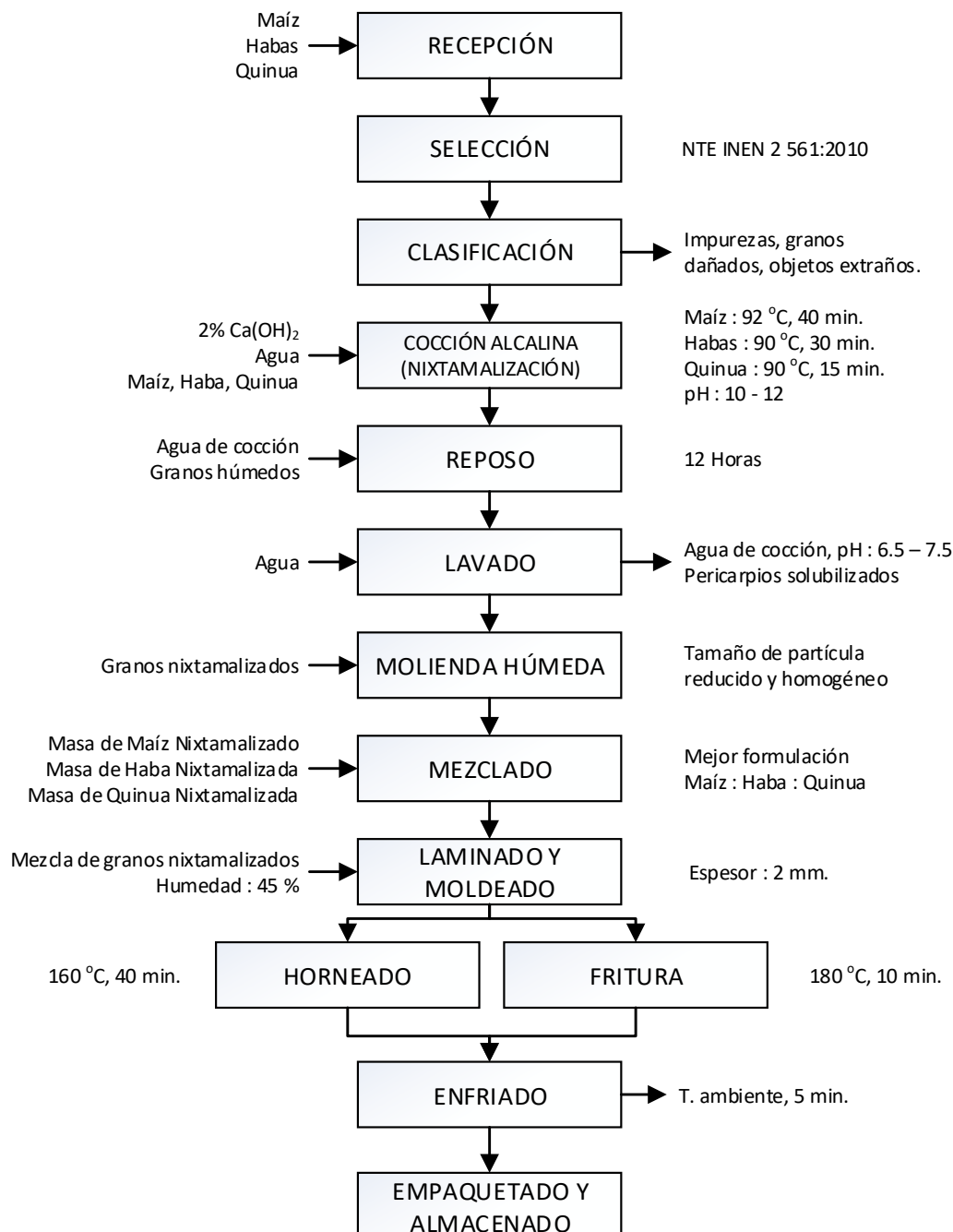


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de snacks de maíz, haba y quinua nixtamalizados.

3.1.5. Descripción del proceso

- **Recepción**

Para la elaboración del snack se utilizó granos secos de maíz amarillo, quinua y habas frescas.

- **Selección**

Las materias primas utilizadas dentro de la formulación se eligieron evitando la contaminación por aflatoxinas en el maíz y de bacterias, hongos, levaduras en la quinua y el haba (NTE INEN 2 561:2010).

- **Clasificación**

Se procedió a retirar impurezas, tales como piedras, pajillas, granos dañados o picados, y cualquier cuerpo extraño que pueda afectar la calidad del producto, por inspección visual y en forma manual.

- **Cocción alcalina (Nixtamalización)**

En esta operación los ingredientes se cocieron por separado, utilizando las temperaturas, concentraciones de hidróxido de calcio y tiempos con los cuales se obtuvieron los mejores resultados definidos en la bibliografía, citados en el punto 3.3.1. Obtención de maíz, haba y quinua nixtamalizados.

- **Reposo**

Existe un aumento de la humedad del grano durante el cocimiento y parte del reposo. La difusión del agua hacia el interior del grano es lenta, debido a la composición estructural del mismo, por lo que para lograr el aumento de humedad se requiere aplicar tiempos prolongados de reposo (**Vagenas & Karathanos, 1991**). El tiempo necesario para lograr la humedad de saturación en los granos de maíz, haba y quinua cocidos, fue de 12 horas de reposo. Las características de textura de las tortillas o snacks, dependen en un alto grado, de la humedad que logra el grano al nixtamalizarse. Al procesar el grano, inmediatamente después del tiempo de cocimiento, se obtendrían masas y tortillas con textura no adecuada (**Laria Menchaca, 2004**).

- **Lavado**

Posterior al reposo, el agua de cocción conocida como nejayote, se retiró; los granos fueron lavados con agua hasta eliminar el exceso de álcali y parte del pericarpio solubilizado, conservando el germen del maíz. El lavado terminó al tomar una muestra del agua de lavado y que presente un pH de entre 6,5 – 7,5 (Flores Farías, Martínez Bustos, Salinas Moreno & Ríos, 2002). Se obtuvo así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que tuvo 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 los granos nixtamalizados de acuerdo a las formulaciones establecidas en el diseño experimental para el maíz, haba y quinua.

- **Laminado y moldeado**

La mezcla se colocó en bandejas de acero inoxidable de grado alimentario (diámetro 60 cm) y utilizando un rodillo de presión, se obtuvo una lámina con espesor uniforme de 2 mm, la cual fue moldeada tomando en cuenta la forma triangular que presentan estos productos tradicionalmente.

- **Cocción**

Posteriormente esta lámina fue sometida a dos procesos de cocción según se muestra en el diseño experimental, la primera mitad se horneó durante 40 minutos a 160 °C y el resto se llevó a fritura a 180 °C por 10 min., luego se enfrió a temperatura ambiente durante 5 min.

- **Empacado y almacenado**

El producto final fue empacado en fundas de polipropileno de uso alimentario, para posteriormente ser almacenadas en un lugar limpio y sin humedad.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Análisis sensorial

La elección del número de catadores fue tomada según **Caicedo Redin (2011)** donde propone equipos de entre 30 y 50 personas para estudios de aceptabilidad de nuevos productos. El análisis sensorial para establecer la calidad del producto en base a los atributos percibidos por los sentidos fue realizado por 30 catadores semi-entrenados, pertenecientes a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, con edades que oscilaron entre los 20 y 25 años. Las características sensoriales evaluadas en las diferentes muestras fueron: apariencia, sabor, textura y aceptabilidad. Para esto se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, donde 5 es Gusta mucho, 4 Gusta, 3 Ni gusta ni disgusta, 2 Gusta poco y 1 No gusta (**Orozco Barón & Bustamante Quintero, 2016**). Se utilizó una hoja de cata presentada en el Anexo B para todas las sesiones, proporcionando a cada catador tres muestras aleatorias y codificadas para su evaluación dentro de cabinas individuales y bajo luz natural.

3.2.2. Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental AxB de bloques completamente aleatorizados, para determinar el tratamiento con mejor evaluación sensorial y de mayor aceptabilidad. El análisis estadístico fue realizado con el programa STATGRAPHICS Centurion XVI (**StatPoint Technologies Inc., The Plains, Virginia, EEUU**) para la obtención del ANOVA. La comparación del grado de significancia entre tratamientos se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Los factores del diseño para la elaboración del snack fueron: Factor A: la relación entre los ingredientes (maíz, haba y quinua nixtamalizados) y Factor B: forma de procesamiento (horneado, fritura). Se utilizó el programa Microsoft Excel 2010 (**California, EEUU**) para el manejo y tabulación de los datos experimentales.

3.3.3. Análisis proximal

Se realizó el análisis proximal al mejor tratamiento obtenido en la evaluación sensorial de apariencia, sabor, textura y aceptabilidad.

- **Humedad**

El contenido de humedad se determinó según la norma NTE INEN 518 (1987). Para ello se pesaron 2 g de muestra en una cápsula vacía previamente tarada y pesada, para luego ser sometida a secado en estufa (Memmert, 854 Schwabach) a 130 °C por 24 horas. Al finalizar el tiempo de secado, las muestras fueron enfriadas en un desecador y luego pesadas, el secado se repitió hasta peso constante, el proceso se realizó por cuadruplicado y se calculó el porcentaje de humedad mediante la ecuación 1.

$$\%H = \frac{w_1 - w_2}{w_m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

w_1 = Peso de la cápsula + muestra antes de secar en g.

w_2 = Peso de la cápsula + muestra después del secado en g.

w_m = Peso de muestra en g.

- **Cenizas**

Para la determinación de cenizas se siguió la metodología propuesta por la norma NTE INEN 520 (2013). Se pesaron 3 g. de muestra en crisoles de porcelana que previamente fueron pesados y tarados, luego fueron sometidos a incineración en la mufla (Nabertherm, B180) a 550 °C durante 8 horas, con la finalidad de obtener cenizas blancas o gris claro. Estos crisoles se colocaron en el desecador hasta obtener un peso constante, finalmente el porcentaje de cenizas se calculó siguiendo la ecuación 2.

$$\%Cenizas\ totales = \frac{p_c}{p_m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

P_c = Peso de las cenizas en g.

P_m = Peso de la muestra en g.

- **Grasa**

El contenido de grasa fue determinado por el Método Soxhlet, de acuerdo a la norma NTE INEN 523 (1980). Para la extracción de grasa se utilizaron dedales de papel filtro, que fueron tarados en una estufa a 70 °C por 24 horas y luego enfriados en el desecador para evitar que absorban humedad. Además, se tararon los balones de extracción con sus núcleos de ebullición a la misma temperatura y tiempo.

La cantidad de muestra a desengrasar debe tener como máximo una humedad del 10%, por lo que el porcentaje de humedad fue determinado siguiendo la norma NTE INEN 518 (1987), se utilizó 2,5 g de muestra pesada por diferencia. Una vez colocado el detal dentro del sistema Soxhlet, se adicionó hexano como solvente de extracción por 6 horas. Finalizado el tiempo de extracción, se recupera el solvente por destilación en el mismo equipo. Se retiró el dedal con la muestra desengrasada, fue secado a 70 °C para eliminar todos los residuos de solvente, para ser colocado en el desecador a enfriar y luego registrar su peso. El balón de extracción que contiene la grasa se secó en la estufa a 100 °C por 30 min., luego de enfriarse en el desecador, se registró su peso. Para la determinación de grasa por cuadruplicado, fue utilizada la Ecuación 3.

$$\%Grasa = \frac{p_f - p_i}{m_t} \times 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

P_i = Peso del balón inicial en g.

P_f = Peso del balón al finalizar la extracción en g.

M_t = Peso de la muestra en g.

- **Proteína**

Para el análisis de proteína, se extrajo la grasa de las muestras utilizando la normativa NTE INEN 523 (1980), con el fin de evitar la turbidez que provoca interferencias en la lectura de las absorbancias. La cuantificación de proteína se llevó a cabo por el método de digestión en microKjeldahl, de acuerdo al protocolo descrito por **Nkonge & Ballance (1982)** con varias modificaciones.

Para la digestión, se pesó por diferencia 50 mg de muestra desengrasada, se adicionó el catalizador y 3,5 ml de H₂SO₄ concentrado. La digestión ácida de la muestra se realizó por calentamiento de la mezcla en balones para microKjeldahl de 100 ml., donde después de aclararse la solución, se agitó el balón y se calentó por 20 min más, repitiendo el proceso para permitir la digestión completa. Luego de enfriar el balón, su contenido se diluyó a 100 ml utilizando agua destilada en balones aforados.

La cuantificación de Amonio en el producto de la digestión sulfúrica se realizó por el método de Berthelot, inicialmente en tubos de tapa rosca de 15 ml se pesaron y mezclaron 250 µl del

digerido con 750 µl de la solución tampón (mezcla 1:1 de las soluciones A y B) y 200 µl de la solución reactivo de salicilato de sodio y nitroprusiato de sodio $C_7H_5NaO_3-Na_2[Fe(CN)_5NO]$, se agitó utilizando el vortex en cada adición de reactivos. A continuación, la mezcla fue incubada por 10 min a 40 °C en un baño térmico con agitación, posteriormente se añadió 100 µl de la solución de hipoclorito de sodio la cual contiene 0,6 % de cloro disponible y luego de 30 min de reacción y manteniendo una agitación constante, se adicionó 5 ml de agua destilada, finalmente los tubos se agitaron en el vortex para ser enfriados a temperatura ambiente (20 °C). Al finalizar la reacción, se obtuvo como resultado una coloración azul turquesa cuya intensidad es directamente proporcional a la cantidad de N presente en la muestra. La lectura de las absorbancias se realizó en el espectrofotómetro convencional de haz simple (HACH, DR-500) a una longitud de 645 nm, frente a un blanco preparado con el digerido y que únicamente contiene los catalizadores y el H_2SO_4 concentrado.

Como catalizador se pesaron 1,25 g de K_2SO_4 ; 75 mg de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, y una gragea de Selenio para cada muestra. La solución A estaba compuesta por Na_2HPO_4 (0,2 M); $NaOH$ (0,2 M) y $C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$ (0,36 M). La solución B contenía $NaOH$ (2,5 M). Para la solución de salicilato de sodio y nitroprusiato de sodio, se disolvieron en agua destilada 30 mg de $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ y 20 g de $C_7H_5NaO_3$, que fueron aforados a 100 ml, la solución se mantuvo en un frasco ámbar.

Para preparar la solución de cloro, se determinó previamente el contenido de cloro disponible, según la norma NTE INEN 1565 (2013); luego se preparó una solución que contenga 0,6 % de cloro disponible a partir de blanqueador comercial, por lo que se mezcló con agua destilada en relación 1:10, esto es, 0,5 ml de cloro comercial aforado a 5 ml con agua destilada.

La solución en blanco estaba compuesta por el digerido de la mezcla de los catalizadores (1,25 g de K_2SO_4 ; 75 mg de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, una gragea de Se) con 3,5 ml de H_2SO_4 concentrado.

Las soluciones estándar de N se prepararon a partir de la digestión de 47,2 mg de $(NH_4)_2SO_4$, secados previamente en una estufa por 3 horas a 103 °C, que luego fue aforado a 100 ml y diluido 1/5. El contenido de N se determinará a partir de una curva estándar preparada con el digerido de sulfato de amonio, en un rango de concentraciones que se muestran en la Tabla 3. Se analizó 3 réplicas independientes y cada cuantificación por cuadruplicado, con una muestra adicional preliminar para definir si la muestra requiere dilución.

La curva de calibración es un método de química analítica empleado para cuantificar la concentración de una sustancia en una muestra, por comparación con estándares de concentración conocida. Se empleó la Ecuación 4, para determinar la concentración de N en la muestra.

$$y = mx + b \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

y= Señal medible, absorbancia en nm.

m = Valor de la pendiente de la recta de calibración.

x = Concentración del analito.

b = Intercepto de la recta de calibración.

Tabla 3. Estándares de N preparados con la dilución 1/5 del digerido de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Estándar	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ * (μl)	Blanco (μl)
STD - 0	0	500
STD - 1	100	400
STD - 2	200	300
STD - 3	300	200
STD - 4	400	100
STD - 5	490	10

Para los estándares se duplicó la cantidad de reactivos utilizados para cuantificar NH_4^

- **Fibra cruda**

El porcentaje de fibra cruda fue determinado siguiendo la metodología 962.09, descrita en la norma AOAC (1982), donde la fibra cruda es la pérdida en peso de la ignición del residuo seco, obtenido después de la digestión de la muestra con soluciones 1,25 % de H_2SO_4 y KOH al 1,25% en condiciones específicas. El método es aplicable a los alimentos y materiales que contienen fibra a partir de los cuales se puede extraer la grasa y dejar residuos viables. Para esto se pesó por cuadruplicado 1 g. de muestra previamente desengrasada, y se colocó en los crisoles Velp Scientifica™ Glass Crucible P2, que poseen un filtro de fibra cerámica para permitir la aplicación de presión o vacío, que aceleró la digestión de la muestra. Se usó el equipo para extracción de fibra (VELP SCIENTIFICA, FIWE, Raw Fiber Extractor), con el cual al aumentar la temperatura se disminuye el tiempo de digerido. Dentro del extractor se agregó 150 ml de H_2SO_4 al 1,25 %, se hirvió la mezcla por 30 minutos, posteriormente al

producir un vacío dentro del sistema, se drena el ácido sulfúrico. Se lavó la muestra con 30 ml. de agua desionizada caliente, y el contenido del crisol fué agitado por aire comprimido, al finalizar el lavado se drenó el agua y se añadió 150 ml de KOH al 1,25 %, se mantuvo en ebullición por 30 min., fue filtrado y lavado. Para concluir se realizó un lavado con agua fría desionizada con el fin de enfriar los crisoles y se lavó 3 veces el contenido del crisol con 25 ml de metanol, agitando con el aire comprimido para permitir un mejor secado de la muestra, finalmente se enjuagó el equipo con 30 ml. de acetona. Una vez digerida la muestra, se retiraron los crisoles, luego fueron colocados en una estufa (MEMMERT) a 105 °C durante una hora o hasta peso constante, se enfrió en el desecador y se pesó; ésta determinación representa la fibra cruda más el contenido de cenizas. Los crisoles se colocaron en la mufla (Nabertherm, B 180) a 550 °C durante tres horas, luego de ser enfriados en un desecador, se determinó su peso. La diferencia entre el peso de la muestra digerida y la muestra calcinada, representa la fibra bruta, que se determinó con la Ecuación 5.

$$\%Fibra\ cruda = \frac{f_1 - f_2}{f_0} \times 100 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

f_1 = Peso de la muestra digerida g.

f_2 = Peso de la muestra calcinada g.

f_0 = Peso de la muestra en g.

- **Carbohidratos**

La cantidad de hidratos de carbono en el snack nixtamalizado se determinó acorde a la metodología aplicada por Rodas Castillo (2017), donde cita a Juan de Dios Alvarado (1996) en sus estudios para cuantificación de carbohidratos por diferencia, una vez determinada la humedad, cenizas, grasa, proteína y fibra cruda, se utilizó la Ecuación 6.

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%H - \%C - \%G. t. - \%P. - F. c.) \quad (\text{Ecuación 6})$$

- **Almidón**

La cuantificación de almidón se realizó de acuerdo al método descrito por Goñi, Garcia-Diz, Mañas & Saura-Calixto (1996) con algunas modificaciones. Las principales características

del procedimiento analítico fueron: eliminación de proteínas; eliminación de almidón digestible; solubilización e hidrólisis enzimática de Almidón Resistente; y cuantificación de AR como glucosa liberada x 0.9. Las condiciones fisiológicas del estómago y del intestino (pH, tiempo de tránsito) se simularon aproximadamente.

Se necesitan métodos específicos para determinar Almidón Resistente en los alimentos. Los métodos indirectos como el aplicado en este ensayo, permitió determinar el AR como la diferencia entre el almidón total y el almidón digerible.

Para de hidrólisis del almidón se empleó enzimas, debido a que estas llevan a cabo reacciones específicas. Para ello se empleó el Kit peridocromo Glucosa (GOD-PAP); se aplicó un método enzimático sensitivo, específico, reproducible y rápido. Este kit permitió cuantificar el almidón de la muestra, utilizando las enzimas glucosa oxidasa y peroxidasa.

Para el almidón total fue aplicada la metodología de Goñi, Garcia-Alonso & Saura-Calixto (1997), se pesó por triplicado 50 mg. de muestra, se añadió 6 ml. de KOH 2 M, y se agitó durante 30 minutos a temperatura ambiente. Luego se añadió 3 ml. del buffer acetato de sodio 0,4 M a pH 4,75 y 60µl. de amiloglucosidasa (PANREAC), la mezcla se incubó por 45 min. a 30°C en un baño térmico con agitación constante. Se preparó un tubo en blanco que contenía la muestra y la enzima inactivada. Finalmente, el almidón se midió como glucosa con el kit peridocromo Glucosa (GOD-PAP). La conversión factorial de glucosa a almidón fue de 0.9

El almidón digerible se determinó siguiendo la metodología de Goñi et al. (1996), donde se removió la proteína de las muestras con pepsina, se añadió α -amilasa, se incubó durante 16 horas para hidrolizar almidón digerible; después se trató del residuo con KOH 2 M para solubilizar almidón resistente y se incubó con amiloglucosidasa. La determinación de glucosa se realizó mediante un análisis de glucosa oxidasa (reactivo GOD-PAP). El AR se calculó como glucosa (mg) x 0,9. El almidón digerible ha sido calculado por diferencia entre almidón total y almidón resistente.

Se pesó en tubos Eppendorf y por triplicado 100 mg. de muestra seca y desengrasada, se adicionó 10 ml. de buffer KCl-HCl a pH 1.5, se requirió ajustar el pH con HCl 2 M o NaOH 0,5 M. Se añadió 0,2 ml. de solución de pepsina (1 g. de pepsina/ 10 ml. de buffer KCl-HCl). Se mezcló y dejó en un baño térmico con agitación constante a 40 °C por 60 min. Al finalizar el tiempo se retiraron las muestras y fueron enfriadas a temperatura ambiente. Se añadió 9 ml. de buffer trismaleato 0,1M de pH 6.9, se adicionó 1 ml. de solución de α -amilasa (40 mg

de amilasa / ml de buffer trismaleato), luego de mezclar, se incubó por 16 h en un baño térmico a 37 °C con agitación constante. Luego las muestras fueron retiradas y enfriadas a T. ambiente, se centrifugaron por 15 minutos a 3000 rpm, los sobrenadantes fueron desechados; se lavó las muestras con 10 ml. de agua destilada, se centrifugó nuevamente y se descartó el sobrenadante.

En el residuo se adicionaron 3 ml. de agua destilada y 3 ml de KOH 4 M, se mezcló y permaneció con agitación constante por 30 min. a temperatura ambiente. Se adicionó 5,5 ml de HCl 2 M y 3 ml de solución acetato de sodio pH 4,75 (si es necesario se ajustó con HCl 2 M o NaOH 0,5 M). Luego se adiciono 80 µl de amiloglucosidasa, se mezcló y se dejó por 45 min. en un baño térmico a 60 °C con agitación. A continuación, se centrifugó por 15 min a 3000 rpm, y fue recolectado el sobrenadante en un balón de aforó. Finalmente se lavó el residuo con agua destilada, se centrifugó nuevamente y se combinó los sobrenadantes con el obtenido previamente.

Se preparó la curva estándar una solución de glucosa en agua. Para concluir se midió la cantidad de glucosa utilizando el kit (GOD-PAP). Se leyó la absorbancia de las muestras y los estándares, a 540 nm contra un blanco. La cantidad de almidón se determinó multiplicando el contenido de glucosa por el factor 0,9 que relaciona la interacción entre una molécula de agua y una molécula de glucosa, en la hidrólisis del almidón.

Para la curva estándar, se utilizó glucosa que fue secada a 60 °C por 4 horas, luego de enfriarse, se pesó 50 mg. y fue aforado a 25 ml con agua destilada, que dio como resultado una solución madre de concentración 2 mg glucosa / ml agua destilada. Se tomaron diferentes alícuotas para elaborar soluciones de concentración conocida, desde 0,2 hasta 1,8 mg glucosa / ml. La curva estándar presentó la correlación de glucosa y la respuesta del espectrofotómetro (Spectronic, 20 Genesys) a 540 nm de absorbancia, como se presenta en la Ecuación 7.

$$A = m * C + b \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

A = Absorbancia medida a 540 nm.

m = Valor de la pendiente de la recta de calibración.

x = Concentración del analito (mg./ml.).

b = Intercepto de la recta de calibración.

- **Calcio**

Para la determinación de calcio se tomó como base la normativa 985.35 de la AOAC (1997), donde se determinó Ca^{2+} por absorción atómica. Se empleó el espectrofotómetro de absorción atómica (PG Instruments, AA500) y aplicó los procedimientos descritos por Millán Martín, Abadía Bayona & Heras Cobo (1981), con modificaciones.

Inicialmente se tararon los crisoles de porcelana en la mufla (Nabertherm, B180) a 650 °C por 4 h, luego de enfriarse en el desecador por 30 minutos, se pesó cada crisol vacío. A continuación, se agregó aproximadamente 1,0 g de muestra desengrasada. Se registró el peso del crisol más la muestra. Luego las muestras fueron incineradas en la mufla (Nabertherm, B180) a 650 °C por 8 horas, se obtuvieron cenizas blancas, que fueron enfriadas en el desecador y pesadas, así se obtuvo el peso del crisol más las cenizas.

Las cenizas obtenidas en los crisoles se llevaron a una digestión, donde se añadió dos ácidos concentrados: 200 μl de HCl y 600 μl de HNO_3 , durante 2 h a 90 °C en una plancha de calor con agitación constante (VWR, Stir). La solución en cada crisol, fue transferida a balones de aforo de 25 ml, para esto se usaron jeringuillas de 1 ml acopladas con filtros de tamaño de poro 0,45 μm (Agilent Captiva, EconoFilter), finalmente fue aforado a 25 ml con ácido nítrico 0,14 M y se guardó en recipientes adecuados para su posterior análisis.

Se obtuvo la curva de calibración de calcio (Ca^{2+}), utilizando los patrones comerciales para cada metal de 1000 mg Ca / litro (PG Instrument). Se preparó una solución madre de 50 mg de Ca / litro, aforados con HNO_3 0,14 M, luego se tomaron alícuotas para preparar diferentes concentraciones de acuerdo a las especificaciones técnicas del equipo, que para Calcio detalla 0,50; 0,10; 0,150; 2,00 y 4,00 mg / l. El blanco para la determinación de calcio fue LaCl_3 al 1 % p/v, y para la determinación de la curva de calibrado de Ca^{2+} se empleó como diluyente el cloruro de lantano al 1% aforado con ácido nítrico 0,14 M, con el fin de disminuir las interferencias:

El contenido de calcio se determinó en el espectrofotómetro de absorción atómica (PG Instruments, AA500), utilizando un mechero de aire/acetileno.

Para poner a punto la determinación, inicialmente se encendió el equipo y el computador, se verificó el encendido del compresor y extractor de aire, se abrió las válvulas del gas a utilizar, luego se inició el software y se configuró los parámetros para el análisis de acuerdo al Analytical Cookbook (PG Instrument, AA500) para Ca^{2+} , se instaló la lámpara para determinar calcio a 422.70 nm y por último se encendió la llama.

Se inyectó las soluciones por el capilar lateral que posee el equipo, se inició con el blanco (LaCl_3 al 1% p/v en HNO_3 0,14 M), luego las diferentes concentraciones preparadas de la curva de calibración desde la menor a la mayor y se finalizó inyectando las muestras a analizar. La longitud de onda a la cual se leen las muestras es propia para cada mineral, con esto la respuesta del equipo es un valor de absorbancia. Las mediciones se realizaron con cuatro réplicas independientes y cada lectura de absorbancia por triplicado. Se calculó de concentración de calcio de las muestras en mg. por 100 gramos de producto en base seca, se tomó en cuenta la ecuación de la recta de calibración, los factores de dilución y el peso utilizado de cada muestra.

3.3.4. Determinación de textura.

Se analizó el perfil de textura (TPA) para el mejor tratamiento, utilizando el texturómetro Brookfield (PRO CT-, USA), se siguieron las indicaciones del manual (M/08-371^a0708), para obtener el parámetro de dureza, se utilizó la técnica instrumental “Quebre de tres puntos”, que consistió en colocar la muestra sobre un soporte de 6 cm de largo y 5 cm de alto y aplicar una fuerza tangencial de 5N a una velocidad de 2 mm/s, se empleó la sonda TA-TPB con la cuchilla TA7 que se encuentran en los accesorios TA-BT-KIT de dicho texturómetro, hasta producir el quiebre total de la estructura del snack, se midieron 4 réplicas independientes y una muestra control (snack de maíz comercial). Se evaluó la fuerza máxima empleada para quebrar el snack utilizando el software TexturePro CTV 1.2, para obtener el parámetro dureza en Newtons (N).

3.3.5. Análisis microbiológico

Para el producto terminado definido como el mejor tratamiento, se determinó el contenido microbiano. Se analizaron las muestras en el Laboratorio de Control y Análisis de los Alimentos LACONAL, en la ciudad de Ambato, utilizando los métodos PE-02.5.4-MB AOAC 97.02 Ed 20 (2016) para Mohos y Levaduras en Petriflim. De igual manera el método PE01.5.4-MB AOAC R.I.: 110402. Ed 20 (2016) en Compact Dry para el conteo de Coliformes Totales (Anexo F, Figura 9).

3.3.6. Vida útil

Se estimó la vida útil del mejor tratamiento mediante la metodología descrita por **García Villarreal (2016)**, que calcula la cinética del deterioro de la calidad del producto a través del aumento en el contenido de humedad, debido a que este factor afecta a la calidad organoléptica del producto. La medición del contenido de humedad se realizó en muestras de snacks empacados en fundas de polipropileno y mantenidas a tres temperaturas de almacenamiento distintas (25, 30, 35 °C) durante un intervalo de tiempo de treinta días.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Análisis sensorial

Mediante el análisis sensorial se puede obtener valiosa información para la inserción de un producto en el mercado. Se tiene presente que la apariencia representa a todos los atributos visibles de un alimento, por lo que se puede afirmar que constituye un elemento fundamental en la selección del producto por parte de los consumidores. Considerando la importancia de una sana alimentación para la salud, la tendencia de la población por ingerir alimentos prácticos y nutritivos, es necesario contar con productos que se ajusten a estos requerimientos, como lo son los snacks saludables.

Los resultados del análisis sensorial (Figura 2), permiten determinar que los tratamientos H622, H513 y H532 obtenidos mediante horneado fueron los que presentaron óptimos resultados.

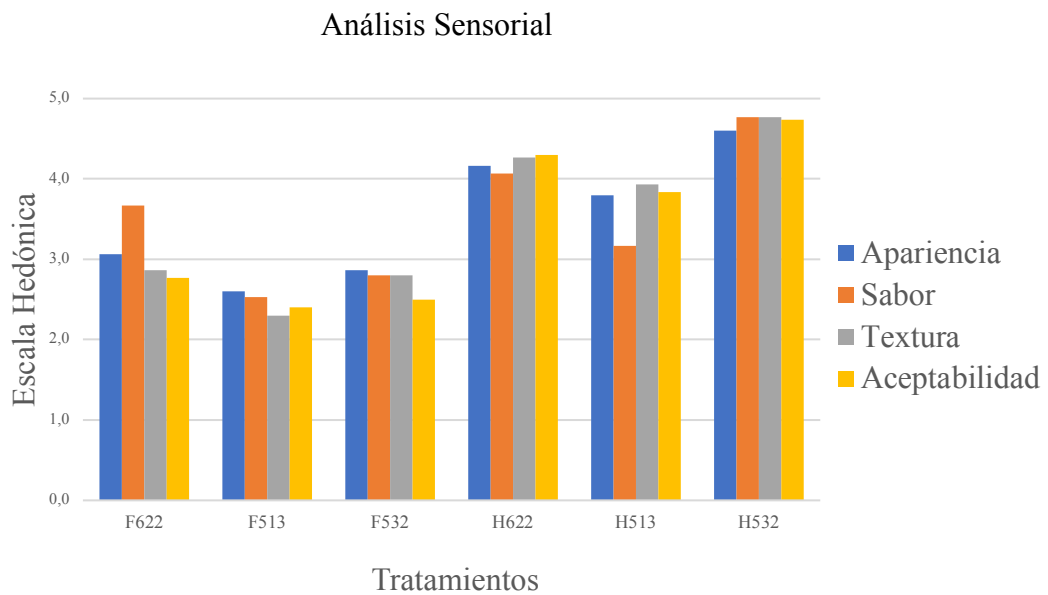


Figura 2. Resultados del análisis sensorial.

*Los valores representan la media entre catadores.

La Figura 2, muestra que el tratamiento H532 fue el mejor evaluado en apariencia, sabor, textura y aceptabilidad, de acuerdo a la escala hedónica elegida, donde 5 representa “Gusta mucho” y 1 “No gusta”.

- **Apariencia**

Se determinaron diferencias significativas entre los métodos de cocción, al 95 % de confianza (Anexo C, Tabla 1). El método de cocción mejor evaluado según su apariencia fue el horneado, debido a que como menciona **Stokes, Boehm & Baier (2013)**, los tratamientos de menor contenido graso, obtuvieron mejor apariencia frente a tratamientos que involucran un aumento del contenido lipídico, como en los tratamientos F513, F532 y F622 que fueron obtenidos por fritura. Estudios han demostrado que las grasas en los alimentos, aportan una sensación residual o de lubricación. En algunos productos, esta sensación es deseable, pero al aumentar el contenido graso se puede afectar la aceptabilidad general.

- **Sabor**

Existen diferencias significativas entre los tratamientos al 95 % nivel de confianza (Tabla 2, Anexo C). El mejor tratamiento para el atributo del sabor es H532, que corresponde al

producto obtenido por horneado y cuya formulación es maíz 50%, haba 30 % y quinua 20 % nixtamalizados. Según Maya (2009) las mezclas de maíz y haba son altamente aceptables frente a los catadores, ya que el proceso de nixtamalización mejora los sabores de las leguminosas lo que las hace más apetecibles. Por otro lado, los tratamientos con mayor porcentaje de quinua nixtamalizada, provocaron saturación en los paladares de los catadores, debido a su sabor fuerte característico.

- **Textura**

De manera similar a los parámetros sensoriales evaluados anteriormente, la textura presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) (Tabla 3, Anexo C). El tratamiento mejor evaluado es el H532, ya que esta formulación presenta un 30 % de haba nixtamalizada, y asegura una mayor cantidad de almidón en su estructura. Para Matos Segura (2013) el uso de almidones, gomas e hidrocoloides es la estrategia más antigua y la más ampliamente utilizada para simular las propiedades del gluten en la elaboración de productos horneados libres de gluten, debido a las propiedades que tienen estos ingredientes para actuar como agentes estructurantes y enlazadores de agua, previniendo el envejecimiento del snack y otorgando texturas más agradables.

- **Aceptabilidad**

Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos al 95 % de confianza (Tabla 4, Anexo C), donde el tratamiento con mayor aceptabilidad es el H532. De esta manera se puede mostrar la predilección de los consumidores hacia productos cuyo contenido de grasas sea menor; de igual manera, la formulación que incluye 50 % maíz, 30 % haba y 20 % de quinua nixtamalizados presenta valores de “Gusta mucho”, esto debido a la cantidad de almidón disponible, que le ayuda a mantener una estructura estable y fresca por mayor tiempo.

4.1.2. Análisis proximal

Una vez seleccionado a H532 como el mejor tratamiento según la evaluación sensorial, se realizó el análisis proximal del snack de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados, cuyos valores se muestran en la Tabla 3, donde también son comparados con las especificaciones físicas y químicas de la norma NMX-F-S-046 (Anexo J), tomada a consideración por la ausencia de normativas ecuatorianas para productos nixtamalizados.

Tabla 3. Análisis proximal para el snack nixtamalizado.

Especificaciones	Valores *Experimentales (%)	NMX-F-S-046	
		Mínimas (%)	Máximas (%)
Humedad	3,88 ± 0,03	-	11
Proteínas (Nitrógeno x 6,25)	10,91 ± 0,13	8	-
Cenizas	2.35 ± 0,08	-	1,5
Extracto etéreo	3,28 ± 0,06	4	-
Fibra Cruda	9.96 ± 0,02	-	2

*Los valores representan la media entre réplicas ± la desviación estándar

Fuente: NMX-F-S-046, Laboratorio BIOPROPEPTI

- El contenido de humedad para el snack nixtamalizado fue de 3, 88 ± 0,03 %, por lo que cumple con los requisitos establecidos en la norma NMX-F-046 (1980), donde este valor no debe exceder el 11%. El porcentaje de humedad (%H) es similar al reportado por estudios en harinas nixtamalizadas, pues según Billeb de Sinibaldi & Bressani (2001) donde la humedad promedio fue de 4,88 ± 1,37 %, se debe al proceso de horneado, que se basa en deshidratar la masa por convección forzada, donde por medio de un flujo de aire caliente y uniforme se disminuye el contenido de humedad. El contenido de humedad y más aún su relación con la actividad de agua, son factores de vital importancia para la preservación de los alimentos, un alto contenido de agua crea un ambiente propicio para la proliferación de hongos y bacterias. La mayor parte de los hongos se desarrollan a partir de valores de actividad de agua (a_w) de 0,70 , es raro encontrar hongos que proliferen con valores de a_w entre 0,60 – 0,70. Las bacterias por regla general no crecen con valores de a_w por debajo de 0,90 (Billeb de Sinibaldi & Bressani, 2001).

- En cuanto al contenido de cenizas, la muestra presenta $2,35 \pm 0,08$ %. Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. El maíz, las leguminosas como el haba y el pseudocereal quinua poseen minerales importantes como calcio y hierro, entre otros. El porcentaje de cenizas obtenido es similar al reportado por **Maya (2009)**, donde se encontró alrededor de $3,15 - 3,77$ % para productos que contienen maíz y haba nixtamalizados. Estos valores exceden la norma NMX-F-046 (1980), debido a la interacción que tienen los gránulos de almidón frente a los minerales como el calcio, magnesio, sodio y potasio, que durante la cocción alcalina se difunden en el intersticio del endospermo y del germen de los granos, aumentando el porcentaje de cenizas en el producto final.
- El resultado para el contenido de grasa en la muestra de snack es de $3,28 \pm 0,06$ %, extraídas mediante el Método de Soxhlet (AOAC, 2000) para cuantificar lípidos en cereales. El aporte de grasa del producto es muy bajo, mientras que los productos similares en el mercado exceden el 20 %. La mayor parte de los lípidos del producto provienen del germen de maíz con un 4,7% de grasa y los ácidos grasos (Omega 3 y 6) contenidos en la quinua en 6,3 % (**FAO, 2013**). El tratamiento H532, al ser obtenido por un proceso de horneado no involucró la utilización de grasas o aceites, como en la fritura tradicional.
- Las leguminosas son un alimento que se caracteriza por su alto contenido de proteínas. Al ser las semillas de las leguminosas las que proveen de proteínas a países del tercer mundo debido a su bajo costo y abundancia, es importante conocer su aporte proteínico en el desarrollo del snack. El mejor tratamiento contiene $10,91 \pm 0,13$ % de proteína, cumpliendo el requisito establecido en la norma NMX-F-046 (1980) que permite un mínimo de 8 %. Este porcentaje es similar al reportado por **Castillo et al. (2009)**, donde para maíces nixtamalizados se determinaron valores de entre 10,4 % y 9,5 % de proteína.
- Con respecto al contenido de fibra cruda se determinó un $9,96 \pm 0,02$ %, este valor sobrepasa el establecido en la norma NMX-F-046 (1980) que establece como máximo 2,00 %, esto debido a la presencia de diferentes granos utilizados en la formulación.
- Los cálculos para la determinación de carbohidratos dieron como resultado un 69,62 %, esto concuerda con estudios realizados por **Ayala (2004)** sobre granos

andinos en el que reporta un 68 % para la quinua y entre el 60 – 62 % para leguminosas, las cuales contienen carbohidratos de absorción lenta, es decir que fomenta la sensación de saciedad en el estómago, evita la necesidad de comer entre comidas y mantiene constante el suministro de energía para el organismo.

- Se cuantificó el almidón total con un 9,85 % en la muestra de snack nixtamalizado, igualmente la cantidad de almidón resistente fue de 2,25 % y finalmente la diferencia entre el AT y AR, es el almidón digerible con 7,61 %. El porcentaje de almidón resistente en maíz y habas sin procesar es de 0,1 % y 0,3 % de AR respectivamente (Villarreal, Gómez, Vera & Torres, 2018). La resistencia a la digestión del AR es atribuida principalmente a su particular estructura física, definida en parte por una cantidad más alta de amilosa en relación a la amilopectina, que permite constituir estructuras más compactas que sean menos susceptible a la hidrólisis enzimática.
- Para el snack nixtamalizado se obtuvo el valor de 406,4 mg de Ca^{2+} / 100 g de snack. Estudios realizados por Castillo et al. (2009), determinan el contenido de calcio en el nixtamal en función de la concentración de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y tiempo de cocción del grano para muestras cocidas a 92 °C y 12 horas de tiempo de reposo, usando un proceso de nixtamalización tradicional. Donde el contenido de calcio en la muestra control (sin nixtamalizar) fue 0,030 % (p/p), llegando a un máximo de 0.152 % (p/p) en muestras tratadas con 2 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por 100 g de materia prima, a 60 min de tiempo de cocción; obteniendo un incremento aproximado del 500% en el contenido de calcio. La muestra de snack contiene un 0,406 % de calcio (p/p), presenta buenos atributos sensoriales y tecnológicos debido a la interacción de este mineral con los gránulos de almidón, proporcionando estructura y firmeza.

4.1.3. Perfil de textura

Para determinar parámetros texturales del snack en forma instrumental, se empleó la “Prueba de quiebre de tres puntos”, siendo de carácter destructivo, se basa en la aplicación de fuerzas a las muestras medida en Nextons (N) con el fin de obtener parámetros de textura. El snack presenta una dureza de 4,78 N (Anexo E, Figura 10), mientras una muestra comercial de snack de maíz tiene 6,92 N para este parámetro (Anexo E, Tabla E.1.).

4.1.4. Análisis microbiológico.

El tratamiento H532 no presentó contaminación microbiana de mohos ni levaduras, tampoco se evidenció coliformes totales, teniendo valores dentro de la norma **RTE INEN 060 (2012)**. Esto debido a que el proceso de nixtamalización también es utilizado como método de conservación ya que existe la destrucción de los microorganismos por el calor húmedo durante la cocción de los granos y por el calor seco en la cocción de la masa (Anexo F, Figura 11).

4.1.5. Vida útil.

Las determinaciones del aumento de humedad del snack durante 30 días de experimentación (Anexo G, Tabla G.1.), presentaron una tendencia lineal ascendente para las tres temperaturas de estudio (25, 30 y 35 °C), los datos obtenidos se ajustaron a la cinética de deterioro de la calidad del producto para orden cero ($n = 0$). Durante el tiempo de experimentación el snack que permaneció a 35 ± 1 °C sobrepasó el nivel de humedad permisible para bocaditos según la norma **RTE INEN 060 (2012)** que establece un máximo de 5 % de humedad, donde a partir del día 16 se evidencia un aumento considerable de %H, por lo que su tiempo de vida útil es de aproximadamente 5 meses. A la temperatura de almacenamiento de 25 ± 1 °C el snack nixtamalizado de maíz, haba y quinua presentó una vida útil de 10 meses. El tiempo de vida útil y la temperatura de almacenamiento del snack presentaron una relación inversamente proporcional, donde a menor temperatura, se extiende el tiempo de vida útil (Tabla 4).

Mientras se aumenta la temperatura, se modifica la estructura del almidón presente en el producto, esto acelera la retrogradación, con lo cual los gránulos empiezan a captar humedad del ambiente, esto hace que se hinchen los granulos hasta romperse, lo que origina cambios en la textura, igualmente el aumento de temperatura afecta directamente al proceso de rancidez oxidativa que sufren las grasas contenidas en el snack, mayoritariamente aportadas por el germen de maíz y la quinua.

Tabla 4. Tiempo de vida útil del snack a tres temperaturas de almacenamiento.

Temperatura	Orden de reacción (n)	Vida útil	
		Días	Meses
25 ± 1	0	320,0	10,67
30 ± 1	0	259,7	8,66
35 ± 1	0	170,3	5,68

Fuente: Laboratorios FCIAB, UTA

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (H₀)

- La nixtamalización de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*), no influye directamente en las propiedades sensoriales, composición proximal, calidad microbiológica y vida útil de un producto tipo snack.

Hipótesis Alternativa (H₁)

- La nixtamalización de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*), influye directamente en las propiedades sensoriales, composición proximal, calidad microbiológica y vida útil de un producto tipo snack.

Concluidos los estudios a las muestras snack nixtamalizado de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*), se acepta la hipótesis alternativa, pues el proceso de nixtamalización de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*), influye directamente en las propiedades sensoriales, composición proximal, calidad microbiológica y vida útil del producto tipo snack.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- A través de este estudio se desarrolló un producto tipo snack en base a la mezcla de granos andinos consumidos ancestralmente por las familias ecuatorianas como el Maíz (*Zea mays*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Haba (*Vicia faba*), procesados de acuerdo a los parámetros de cocción y nixtamalización citados en estudios anteriores sobre estas matrices, pero que difieren de éstos por el empleo de horneado o fritura en la fase final de elaboración.
- La evaluación sensorial de los atributos apariencia, sabor, textura y aceptabilidad permitió definir la mejor formulación para elaborar snacks de maíz, haba y quinoa nixtamalizados. El tratamiento H532, obtenido por horneado y utilizando una relación entre los ingredientes maíz, haba, quinoa de 50:30:20, fue el mejor tratamiento evaluado.
- Se caracterizó la mejor formulación mediante análisis proximal y se determinó que existe alta cantidad de proteína (10,91 %) en comparación con otros productos del mercado; que el producto es bajo en lípidos (3,29 %), tiene 3,88 % de humedad, 2,35 % de cenizas, 9,96 % de fibra cruda y carbohidratos 69,62 %, además el contenido del mineral Calcio en el snack terminado es de 406 mg. de Ca²⁺ por 100 g de producto; almidón resistente 2,25 % que conforma la fibra dietética; siendo una buena fuente de energía y un alimento sano y nutritivo; debido a que su formulación no contiene gluten puede ser consumido por personas celíacas.
- Se evaluó la calidad microbiológica del producto terminado, y se evidenció que, al finalizar la cadena de producción, no se presenta contaminación microbiológica de coliformes totales, ni tampoco de mohos y levaduras.
- La vida útil del snack nixtamalizado se determinó según la cinética de reacción del deterioro de la calidad, donde el atributo de calidad que se midió fue la humedad (%H) en los snacks empacados en fundas de polipropileno, almacenados a tres diferentes temperaturas (25, 30 y 35 °C) y se obtuvo una cinética de reacción de orden cero (n=0); el porcentaje de humedad aumenta de forma lineal con el tiempo, por esta razón la vida útil a 25 °C se reduce de 10,6 meses hasta 5,6 meses a 35 °C,

evidenciando que a mayor temperatura de almacenamiento el snack reduce su tiempo de vida útil.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere estandarizar la materia prima, ya que el porcentaje de humedad afecta directamente a la estructura de los almidones, dando como resultado una inadecuada nixtamalización.
- Para obtener un snack de mayor calidad es recomendable identificar un proceso de laminado adecuado, que permita un producto de textura uniforme.
- Se recomienda reutilizar el nejayote (agua amarillenta generada en la nixtamalización), ya que estudios demuestran que puede ser usada hasta para cuatro cocciones.
- Es recomendable tratar el agua residual que contiene una gran carga de sólidos y de materia orgánica suspendida y disuelta, lo que ocasiona el taponamiento de las alcantarillas y el drenaje; así como un alto contenido de sales de calcio y un pH arriba de 11 que repercute en la corrosión de las tuberías.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 30(2), 113-120.
- Ayala, G. (2004). Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana. *Seminario, J. et al. (Edts). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento ya la capacitación*, 101-112.
- Basantes Morales, E. R. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Sangolquí, Ecuador.
- Bello Pérez, L. A., Osorio Díaz, P., Agama Acevedo, E., Núñez Santiago, C. & Paredes López, O. (2002). Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado. *Agrociencia*, 36(3), 319-328.
- Billeb de Sinibaldi, A. C. & Bressani, R. (2001). Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(1), 86-94.
- Bressani, R., Turcios, J. C., Reyes, L. & Mérida, R. (2001). Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(3), 309-313.
- Caicedo Redin, P. L. (2011). *Estudio De Aceptabilidad De Pan Elaborado Con Mezclas De Harina De Trigo (Canadiense) Y Cebada (INIAP Canicapa) Para La Generación De Panaderías Tipo Artesanal En El Canton Ambato*.
- Calisto Guzmán, L. A. (2009). *Desarrollo de producto snack a base de materias primas no convencionales: poroto (Phaseolus vulgaris L.) y quinua (Chenopodium quinoa Wild)*. Universidad de Chile, Santiago.
- Castillo, V., Ochoa, M., Figueroa, C., Delgado, L., Gallegos, I. & Morales, C. (2009). 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. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(4), 425-432.
- Coral Torres, V. L. (2014). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena laminada, harina de maíz y harina de trigo integral*. PUCE, Quito.

- Coronel, G. D., Ávila, F. A. S., Montes, S. Z. & Montúfar, G. H. V. (2009). Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la provincia de Los Ríos. *Revista Ciencia y Tecnología*, 2(1), 15-23.
- Cheng, G. (2012). Presente y futuro de la quinua en el Perú. *La revista agraria*(142).
- Espinoza, L. & Israel, J. (2017). *Desarrollo de un producto pre-cocido deshidratado a base de maíz blanco nixtamalizado (pelado)*.
- Fernández-Muñoz, J. L., Rojas-Molina, I., González-Dávalos, M., Leal, M., Valtierra, M., Martín-Martínez, E. S. & Rodríguez, M. (2004). Study of calcium ion diffusion in components of maize kernels during traditional nixtamalization process. *Cereal Chemistry*, 81(1), 65-69.
- Flores Farías, R., Martínez Bustos, F., Salinas Moreno, Y. & Ríos, E. (2002). Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. *Agrociencia*, 36(5), 557-567.
- Gálvez, A. V., Aravena, E. L. & Mondaca, R. L. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.). *Food Science and Technology (Campinas)*, 26(4), 821-827.
- García, F. E. V., Morales, M. O. R. & Sánchez, D. P. C. (2011). El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(1), 104-116.
- García Villarreal, D. S. (2016). *La Comparación de espesante de mashua (Tropaeolum tuberosum) y oca (Oxalis tuberosa) en el Desarrollo de tecnología de gomitas*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Goñi, I., Garcia-Alonso, A. & Saura-Calixto, F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17(3), 427-437.
- Goñi, I., Garcia-Diz, L., Mañas, E. & Saura-Calixto, F. (1996). Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food chemistry*, 56(4), 445-449.
- Laria Menchaca, J. (2004). *Estudio del mecanismo de incorporación del agua y el calcio en el pericarpio del grano de maíz nixtamalizado*. Instituto Politécnico Nacional, Altimara, Tamaulipas.
- Martínez Cruz, M., Ortiz Pérez, R. & Raigón, M. D. (2017). Contenido de fósforo, potasio, zinc, hierro, sodio, calcio y magnesio, análisis de su variabilidad en accesiones cubanas de maíz. *Cultivos Tropicales*, 38, 92-101.
- Matos Segura, M. E. (2013). *Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas*.

- Maya, K. (2009). *Caracterización física, nutricional y no nutricional de haba sometida a tratamiento térmico*. Tesis de maestría en ciencias químico biológicas]. México: Instituto
- Maya Ocaña, K. (2009). *Caracterización física, nutricional y no-nutricional de haba sometida a tratamiento térmico*. Intituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Mendoza-Elos, M. (2018). *Contenido de lisina y triptófano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Millán Martín, E., Abadía Bayona, J. & Heras Cobo, L. (1981). Ca, Mg y K en suelo y planta: Métodos analíticos y relación entre contenidos.
- Nkonge, C. & Ballance, G. M. (1982). A sensitive colorimetric procedure for nitrogen determination in micro-Kjeldahl digests. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30(3), 416-420.
- Orozco Barón, L. A. & Bustamante Quintero, D. L. (2016). *Introducción al mercado de un Snack a base de habas de la empresa TOSHABA SAS*. Red Universitaria Metropolitana de Bogotá, Bogotá - Colombia.
- Paredes López, O., Guevara Lara, F. & Bello Pérez, L. A. (2009). La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Ciencias*, 92(092), 60-70.
- Pérez Ramos, K., Elías Peñafiel, C. & Delgado Soriano, V. (2017). Bocado con alto contenido proteico: un extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y camote (*Ipomoea batatas* L.). *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 377-388.
- Pineda-Gómez, P., Coral, D., Arciniegas, M., Rorales-Rivera, A. & Rodríguez García, M. (2010). Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido. *Ingeniería y ciencia*, 6(11), 129-141.
- Quiroga, C. & Escalera, R. (2010). Evaluación de la calidad nutricional y morfología del grano de variedades amargas de quinua beneficiadas en seco, mediante el novedoso empleo de un reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor. *Investigación & Desarrollo*, 10, 23-36.
- Revelo Mera, A. G. (2010). *Desarrollo y evaluación de las tecnologías para la elaboración de un snack tipo laminado a partir de quinua*. Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador.
- Rodas Castillo, M. N. (2017). *Elaboración de tortillas de maíz Guagal (*Zea mays*) nixtamalizado con la incorporación de frijol Panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba*

- Major (Vicia faba)*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Rodríguez, R., San Martín, M. & González de la Cruz, G. (2001). Calorimetría diferencial de barrido y rayos-x del almidón obtenido por nixtamalización fraccionada. *Superficies y vacío*, 13(3), 61-65.
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C. & Céron, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de Quinoa (*Chenopodium Quinoa W*) variedad piartal en los Andes colombianos primera parte. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 4(1), 112-125.
- Salinas Moreno, Y., Pérez Herrera, P., Castillo Merino, J. & Álvarez Rivas, L. A. (2003). Relación de amilosa : amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. *Revista fitotecnia mexicana*, 26(2), 115-121.
- Silva-Cristobal, L., Osorio-Díaz, P. & Bello-Pérez, L. A. (2007). Digestibilidad del almidón en haba (*Vicia faba L.*). *Agrociencia*, 41(8), 845-852.
- Stelman, C. & Wilson, J. (2014). *Efecto del tratamiento térmico sobre la solubilidad proteica, el índice de ureasa y la composición química del haba (vicia faba l.) INIA 423 blanca gigante yunguyo*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú.
- Stokes, J. R., Boehm, M. W. & Baier, S. K. (2013). Oral processing, texture and mouthfeel: From rheology to tribology and beyond. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 18(4), 349-359.
- Téllez-Téllez, P., San Vicente, A. A., Buendía-González, M. O., Mendoza, J. V. & Carrillo, G. V. (2009). Optimización de nixtamalización de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y desarrollo de un nuevo producto alimenticio. *Ingeniería Agrícola Y Biosistemas*, 1(1), 25-31.
- Vagenas, G. & Karathanos, V. (1991). Prediction of moisture diffusivity in granular materials, with special applications to foods. *Biotechnology progress*, 7(5), 419-426.
- Vásquez Pilco, J. V. (2016). *Determinación de los parámetros óptimos en la aplicación de cal (CaO), cementina (Ca (OH) 2), ceniza e hidróxido de sodio (NaOH), para realizar el nixtamalizado de maíz (Zea mays L.) blanco variedad INIAP 101 y amarillo variedad guandango*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador.
- Vega, F. (2014). El buen vivir-Sumak Kawsay en la Constitución y en el PNBV 2013-2017 del Ecuador. *OBETS: Revista de Ciencias Sociales*(9), 167-194.

- Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L. & Mazón, N. (2011). Potencial agroindustrial de la quinua. *Boletín divulgativo*(146), 34.
- Villarreal, P., Gómez, C., Vera, C. & Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista chilena de nutrición*, 45(3), 271-278.
- Yáñez Ortega, Y. (2013). *Nixtamalización por extrusión de las fracciones del grano de maíz para la obtención de harinas instantáneas*. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Zare, N. & Paulino, V. (2017). *Optimización del proceso de elaboración de Pan utilizando harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad roja*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú.
- Zizumbo Villarreal, D. & Colunga García-Marín, P. (2016). El uso de las cenizas como posible precursor de la nixtamalización en el oeste de Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola*(57), 7-18.
- NMX-F-046-S (1980). Harina de maíz nixtamalizado norma mexicana. Dirección general de normas.
- NTE INEN-ISO 6540 (2013). Maíz. Determinación del contenido de humedad (en granos molidos y granos enteros). Instituto Ecuatoriano de Normalización. (IDT).
- NTE INEN 518 (2001). Harina de origen vegetal. Determinación de la Pérdida por calentamiento. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (IDT).
- NTE INEN 2 561. (2010). Bocaditos de productos vegetales. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (IDT).
- NTE INEN 1 529-10. (1998). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 1 529-7. (1990). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes. Por la técnica de recuento de colonias. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 520 (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (IDT).
- NTE INEN 060. (2012). Bocaditos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

ANEXOS

ANEXO A - HOJA DE CATA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

HOJA DE CATA DE SNACKS DE MAÍZ, HABA Y QUINUA NIXTAMALIZADOS

NOMBRE:

FECHA:.....

HORA:

INSTRUCCIONES: Por favor degustar las siguientes muestras de snack, luego marcar con una X en las opciones que usted considere conveniente.

CARACTERÍSTICA	ALTERNATIVAS	MUESTRA		
Apariencia	1. No gusta			
	2. Gusta poco			
	3. Ni gusta ni disgusta			
	4. Gusta			
	5. Gusta mucho			
Sabor	1. No gusta			
	2. Gusta poco			
	3. Ni gusta ni disgusta			
	4. Gusta			
	5. Gusta mucho			
Textura	1. No gusta			
	2. Gusta poco			
	3. Ni gusta ni disgusta			
	4. Gusta			
	5. Gusta mucho			
Aceptabilidad	1. No gusta			
	2. Gusta poco			
	3. Ni gusta ni disgusta			
	4. Gusta			
	5. Gusta mucho			

OBSERVACIONES:.....

¡MUCHAS GRACIAS!

ANEXO B - ANOVAS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Anexo B.1:**Tabla B.1.** ANOVA del atributo Apariencia.**Análisis de Varianza para Apariencia - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Método de Cocción	81,3389	1	81,3389	261,48	0,0000
B:Formulación (Maíz:Haba:Quinoa)	9,43333	2	4,71667	15,16	0,0000
C:Catador	10,45	29	0,360345	1,16	0,2801
RESIDUOS	45,7278	147	0,311073		
TOTAL (CORREGIDO)	146,95	179			

Tabla B.2. ANOVA del atributo Sabor.**Análisis de Varianza para Sabor - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Método de Cocción	45,0	1	45,0	109,46	0,0000
B:Formulación (Maíz:Haba:Quinoa)	38,2333	2	19,1167	46,50	0,0000
C:Catador	7,33333	29	0,252874	0,62	0,9370
RESIDUOS	60,4333	147	0,411111		
TOTAL (CORREGIDO)	151,0	179			

Tabla B.3. ANOVA del atributo Textura.**Análisis de Varianza para Textura - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Método de Cocción	125,0	1	125,0	450,49	0,0000
B:Formulación (Maíz:Haba:Quinoa)	13,8778	2	6,93889	25,01	0,0000
C:Catador	5,31111	29	0,183142	0,66	0,9049
RESIDUOS	40,7889	147	0,277475		
TOTAL (CORREGIDO)	184,978	179			

Tabla B.4. ANOVA del atributo Aceptabilidad.**Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Método de Cocción	135,2	1	135,2	474,83	0,0000
B:Formulación (Maíz:Haba:Quinoa)	8,61111	2	4,30556	15,12	0,0000
C:Catador	8,24444	29	0,284291	1,00	0,4765
RESIDUOS	41,8556	147	0,284732		
TOTAL (CORREGIDO)	193,911	179			

**ANEXO C - TEST DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS
MUESTRAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL**

Anexo C.1:**Tabla C.1.** Prueba de Rangos Múltiples para **Apariencia** por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
H532	30	1,4	0,100478	X
H622	30	1,83333	0,100478	X
H513	30	2,2	0,100478	X
F622	30	2,93333	0,100478	X
F532	30	3,13333	0,100478	XX
F513	30	3,4	0,100478	X

Tabla C.2. Prueba de Rangos Múltiples para **Sabor** por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
H532	30	1,23333	0,0942131	X
H622	30	1,93333	0,0942131	X
F622	30	2,33333	0,0942131	X
H513	30	2,83333	0,0942131	X
F532	30	3,2	0,0942131	XX
F513	30	3,46667	0,0942131	X

Tabla C.3. Prueba de Rangos Múltiples para **Textura** por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
H532	30	1,23333	0,0914618	X
H622	30	1,73333	0,0914618	X
H513	30	2,06667	0,0914618	X
F622	30	3,13333	0,0914618	X
F532	30	3,2	0,0914618	X
F513	30	3,7	0,0914618	X

Tabla C.4. Prueba de Rangos Múltiples para **Aceptabilidad** por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
H532	30	1,26667	0,0922266	X
H622	30	1,7	0,0922266	X
H513	30	2,16667	0,0922266	X
F622	30	3,23333	0,0922266	X
F532	30	3,5	0,0922266	X
F513	30	3,6	0,0922266	X

ANEXO D - ANÁLISIS PRÓXIMAL

Anexo D.1:

Tabla D.1. Datos obtenidos para el cálculo del contenido de humedad en el snack nixtamalizado.

Réplica	W cápsula (g)	W muestra (g)	W cap. + muestra 24 horas desp. (g)	W muestra 24 horas desp. (g)	Materia seca (%)	Humedad (%)	Humedad Promedio (%)	Desviación estándar
R1	18,9573	2,0016	20,8811	1,9238	96,1131 ^a	3,8869	3,8811	0,0358
R2	19,8192	2,0022	21,7428	1,9236	96,0743 ^a	3,9257		
R3	19,1543	2,0013	21,0781	1,9238	96,1275 ^a	3,8725		
R4	19,7976	2,0004	21,7212	1,9236	96,1608 ^a	3,8392		

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Tabla D.2. Datos obtenidos para la cuantificación de cenizas en el snack nixtamalizado.

Réplica	W crisol (g)	W crisol + muestra (g)	W crisol + cenizas (g)	Cenizas (%)	W muestra inicial sola (g)	Cenizas Promedio (%)	Desviación estándar
R1	34,7371	37,7445	34,8112	2,4639 ^a	3,0074	2,3479	0,0783
R2	39,6451	42,6513	39,7145	2,3086 ^a	3,0062		
R3	39,7594	42,7619	39,8283	2,2948 ^a	3,0025		
R4	39,5341	42,5372	39,6039	2,3243 ^a	3,0031		

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Tabla D.3. Datos obtenidos para la cuantificación de grasa en el snack nixtamalizado.

Réplica	W muestra (g)	W muestra + papel filtro (g)	W final de la muestra (g)	W total de muestra (g)	W balón inicial + núcleos (g)	W balón final + núcleos (g)	*Grasa (%)	Grasa Promedio (%)	Desviación estándar
1	2,5009	4,1147	2,2689	4,5686	131,8035	131,9539	3,292 ^a	3,2884	0,0052
2	2,5011	4,1294	2,2997						
3	2,5001	4,1426	2,3377	4,6671	131,8762	132,0295	3,285 ^a		
4	2,5004	4,1217	2,3294						

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Tabla D.4. Datos obtenidos para la cuantificación de fibra cruda en el snack nixtamalizado.

W crisol VELP vacío (g)	W muestra (g)	W crisol + muestra digerida (g)	W crisol + muestra calcínada (g)	Fibra cruda (%)	Fibra cruda Promedio (%)	Desviación estándar
30,02483	1,00133	30,11154	30,01162	9,97873 ^a		
30,58756	1,00165	30,67409	30,57434	9,95857 ^a		
30,18771	1,00114	30,27174	30,17227	9,93617 ^a	9,9629	0,0201
30,35124	1,00189	30,44656	30,34659	9,97814 ^a		

Fuente: Laboratorio UODIDE-ICIA, UTA.

Determinación de proteína

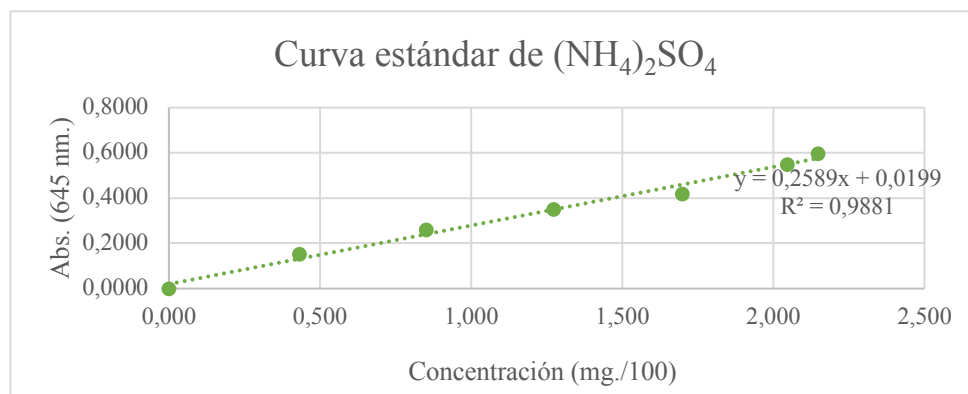


Figura 3. Curva estándar de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Tabla D.5. Datos obtenidos para la curva estándar de N.

Estándares	Peso solución stock (g)	Peso total (g)	Factor de dilución	N (mg/100)	Abs (645 nm)
	g	G			
STD - 0	0,0000	0,5000	5,0019	0,000	0,0000
STD - 1	0,1053	0,5202	5,0019	0,431	0,151
STD - 2	0,2064	0,5167	5,0019	0,850	0,26
STD - 3	0,3107	0,5195	5,0019	1,272	0,351
STD - 4	0,4174	0,5226	5,0019	1,699	0,419
STD - 5	0,4947	0,5146	5,0019	2,045	0,549
STD - 6	0,1058	0,5243	1,0000	2,148	0,596

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Determinación de almidón

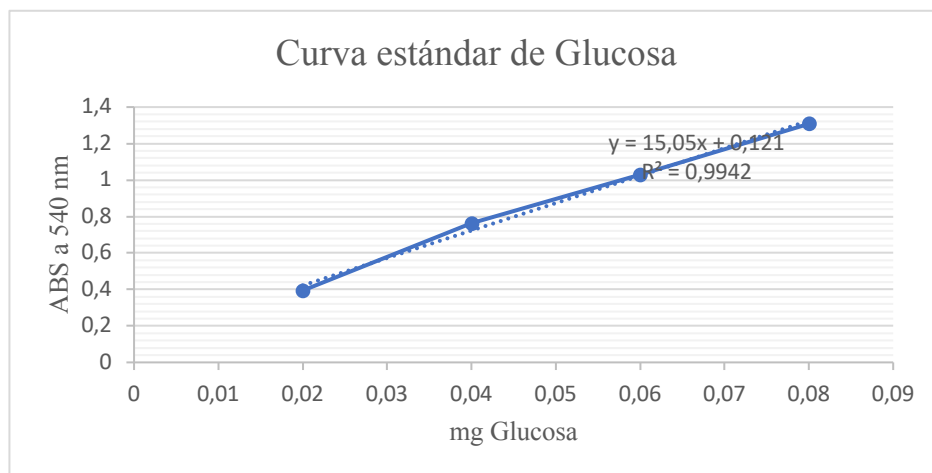


Figura 4. Curva estándar de Glucosa

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Tabla D.6. Datos obtenidos para la determinación de almidón total.

	w. muestra (g)	w. total (falcon+todo-falcon vacío) (g)	Dilución 1/20	Alícuota 200ul	Abs. (645 nm)
M1	0,0506	12,4704	4,8855	0,2053	1,2300
M2	0,0501	12,9619	4,8561	0,2099	1,2160
M3	0,0501	12,4992	4,8822	0,2088	1,2970
M4	0,0501	12,9689	5,0766	0,1985	1,2150

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Tabla D.7. Datos obtenidos para la determinación de almidón resistente.

	w. muestra (g)	Dilución	Alícuota trasvasado (g)	Total (g)	Abs. (645 nm)
D1	0,1012	2,0773	13,8957	28,8659	1,1550
D2	0,1001	2,0004	14,4144	28,8349	1,1530
D3	0,1011	2,0256	13,6181	27,5843	1,2020
D4	0,1007	2,0257	14,5989	29,5735	1,2813

Fuente: Laboratorio BIOPROPEPTI, UTA.

Determinación de calcio

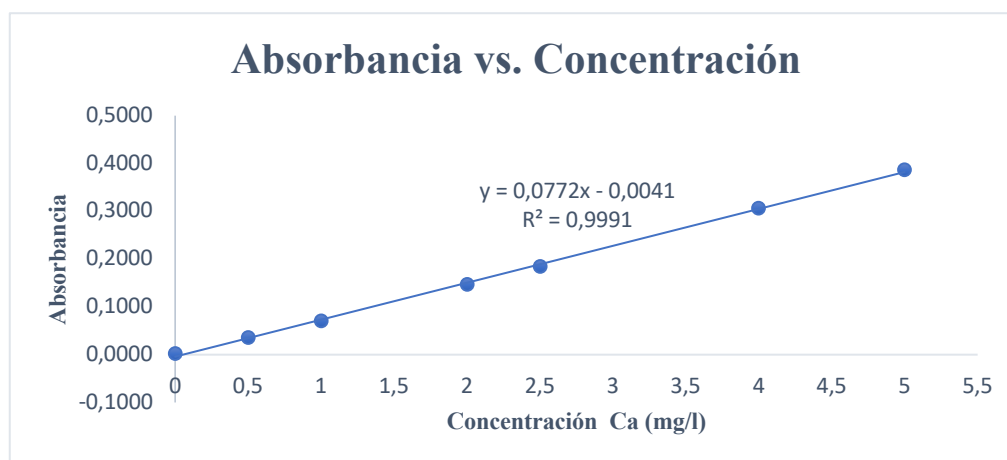


Figura 5. Curva estándar de Calcio.

Fuente: Laboratorio UODIDE-ICIA, UTA.

Tabla D.8. Datos obtenidos para la determinación de calcio.

Alicuota Calcio (ul)	Concentración Ca (mg/l)	Absorbancias			Mediana	Promedio	Desv. Stand	C.V.
		L1	L2	L3				
	0,0	0,002	0,003	0,002	0,0020	0,0023	0,00058	24,744
250	0,5	0,038	0,036	0,035	0,0360	0,0363	0,00153	4,204
500	1,0	0,074	0,07	0,069	0,0700	0,0710	0,00265	3,726
750	1,5	0,147	0,148	0,142		0,1457	0,00321	2,207
1000	2,0	0,154	0,146	0,143	0,1460	0,1477	0,00569	3,851
1250	2,5	0,192	0,184	0,178	0,1840	0,1847	0,00702	3,803
2000	4,0	0,324	0,306	0,302	0,3060	0,3107	0,01172	3,772
2500	5,0	0,397	0,37	0,386	0,3860	0,3843	0,01358	3,533

Fuente: Laboratorio UODIDE-ICIA, UTA.

ANEXO E - ANÁLISIS DE TEXTURA

Anexo E

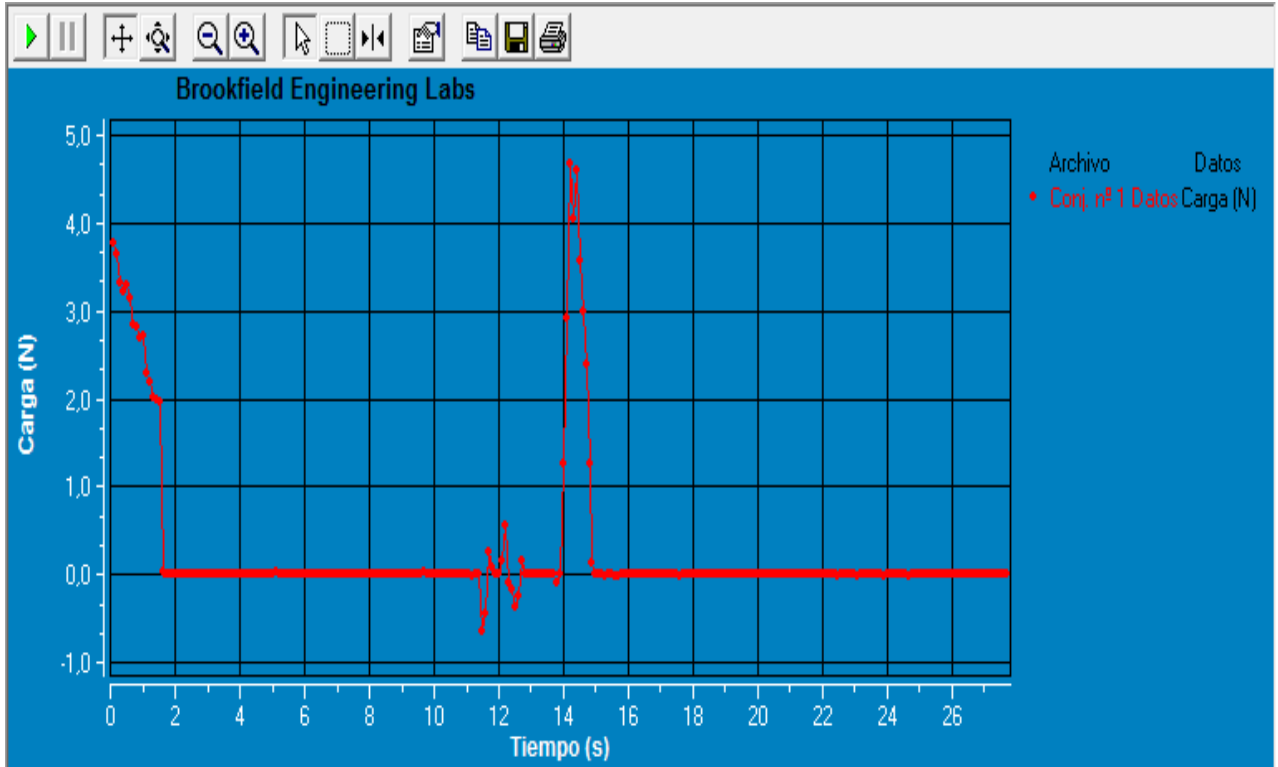


Figura 6. Resultados de la muestra con mayor aceptabilidad sensorial (H532) para el parámetro de dureza medida en Newtons (N), aplicando la prueba de quiebre de tres puntos y utilizando el texturómetro (Brookfield, USA).

Fuente: LACONAL:

Tabla E.1. Datos de la muestra control para dureza (N) en la prueba de quiebre de tres puntos, utilizando el texturómetro (Brookfield, USA)

Descripción Muestra					
Nombre Producto:	Snack nixtamalizado		Notas:		
N° lote:	1903				
N° muestra:	8				
Dimensiones:					
Forma:	Bloque				
Longitud:	29	mm			
Anchura:	28	mm			
Altura:	2	mm			
Método Test					
Fecha:	09/05/2019		Hora:	17:31:23	
Tipo de Test:	Compresión		Tpo. Recuperación:	0	s
Objetivo:	5	mm	Mismo activador:	Falso	
Esperar t.:	10	s	Velocidad Pretest:	2	mm/s
Carga Activación:	5	N	Fr. Muestreo:	10	puntos/seg
Vel. Test:	2	mm/s	Sonda:	TA7	
Velocidad Vuelta:	2	mm/s	Elemento:	TA-BT-KI	
Contador ciclos:	1		Celda Carga:	10000g	
Datos	Producto:	Snack nixtamalizado	Lote	1903	Ejemplo:
	#	Tiempo	Distancia	Carga	Temperatura
		(s)	(mm)	(N)	(°C)
	1	0,1	0,18	5,96	-----
	1	0,2	0,38	6,92	-----
	1	0,3	0,59	0,04	-----
	1	0,4	0,79	0,13	-----
	1	0,5	0,99	0,21	-----
	1	0,6	1,19	0,26	-----
	1	0,7	1,39	0,36	-----

Fuente: LACONAL.

ANEXO F - ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Anexo F



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 Acreditación N° OAE LE C 10-008
 LABORATORIO DE ENSAYOS

Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 5517, e-mail:lacional@uta.edu.ec Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:19-094		R01-5.10 09				
Solicitud N°: 19-094		Pág.:1 de 1				
Fecha recepción: 30 de mayo de 2019		Fecha de ejecución de ensayos: 30 de mayo al 04 de junio de 2019				
Información del cliente:						
Empresa:		C.I./RUC: 1722814231				
Representante: William Andrés Olalla Chicaiza		Celular: 0996890062				
Dirección: Ambato		E mail: wolalla4231@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Snack Nixtamalizado		Peso: 2 unidades de 40g				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: funda resellable				
Lote: n/a		No de muestras: una				
F. Elb.: n/a		F. Exp.: n/a				
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab: 7 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 30 de mayo de 2019				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Snack Nixtamalizado	09419212	Lote 0519	Molinos, Petrifilm	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UPM/g	<10
			Levaduras, Petrifilm	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UPL/g	<10
			Coliformos Totales, Compact Dry	PE01-5.4-MB AOAC R.I. 110402. Ed 20, 2016	UFC/g	<10
Conds. Ambientales: 24.1°C; 39.3%HR						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 04 de junio de 2019						
Nota: Los resultados consignados se refieren a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente. "La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su uso interno, y no puede ser utilizada. Si usted no es el destinatario de esta información, se le solicita que no la divulgue. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".						

Figura 7. Resultados del análisis microbiológico.

Fuente: LACONAL.

ANEXO G - VIDA ÚTIL

Tabla G.1. Datos obtenidos para la determinación de vida útil a distintas temperaturas por duplicado.

Humedad (%)	25 °C		30 °C		35 °C	
Tiempo (días)	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 1	Réplica 2
0	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612
2	3,697	3,698	3,705	3,708	3,715	3,713
4	3,706	3,708	3,711	3,721	4,765	4,768
6	3,737	3,738	3,756	3,758	4,814	4,808
8	3,803	3,803	3,837	3,841	4,877	4,873
10	3,843	3,846	3,886	3,889	4,922	4,917
12	3,912	3,915	3,928	3,932	4,968	4,964
14	3,944	3,947	3,977	3,982	4,998	4,993
16	4,061	4,063	4,168	4,172	5,123	5,118
18	4,081	4,081	4,281	4,289	5,278	5,281
20	4,125	4,127	4,345	4,345	5,298	5,292
22	4,168	4,171	4,395	4,394	5,341	5,331
24	4,203	4,207	4,401	4,401	5,398	5,388
26	4,246	4,249	4,453	4,457	5,512	5,508
28	4,411	4,419	4,493	4,496	5,567	5,559
30	4,436	4,451	4,504	4,508	5,597	5,58

Fuente: Laboratorios FCIAB, UTA.

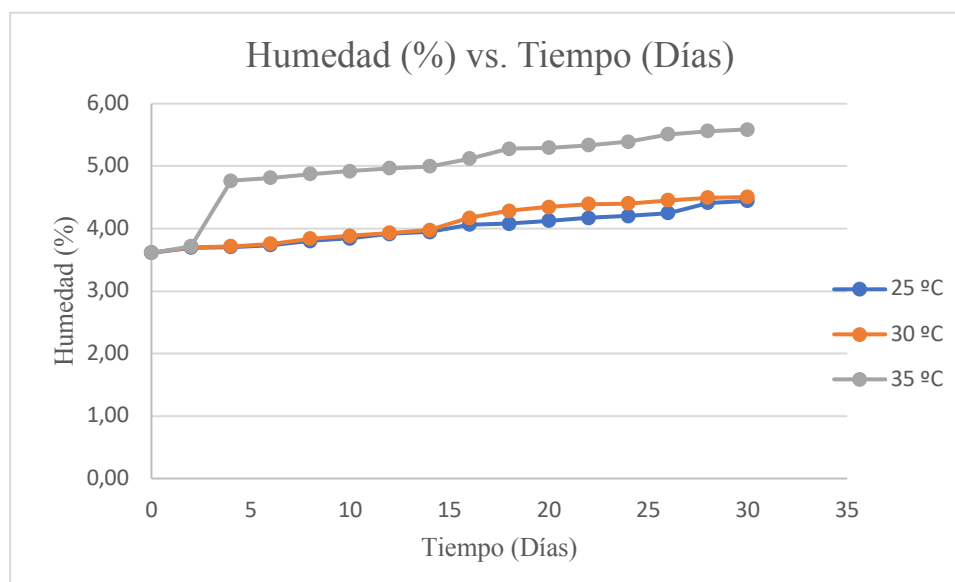


Figura 8. Incremento del porcentaje de humedad con relación al tiempo de almacenamiento de distintas temperaturas 25, 30 y 35 °C.

Tabla G.2. Datos de porcentaje de humedad obtenidos para la determinación de vida útil a distintas temperaturas.

Tiempo (días)	25 °C	30 °C	35 °C
0	3,61	3,61	3,61
2	3,70	3,71	3,71
4	3,71	3,72	4,77
6	3,74	3,76	4,81
8	3,80	3,84	4,88
10	3,84	3,89	4,92
12	3,91	3,93	4,97
14	3,95	3,98	5,00
16	4,06	4,17	5,12
18	4,08	4,29	5,28
20	4,13	4,35	5,30
22	4,17	4,39	5,34
24	4,21	4,40	5,39
26	4,25	4,46	5,51
28	4,42	4,49	5,56
30	4,44	4,51	5,59

El modelo de la reacción de orden cero se representa en la ecuación:

$$-\frac{dX}{dt} = k$$

Integrando y reacomodando, se obtiene la ecuación de una línea recta con pendiente (k); siendo k la constante específica de reacción y que depende de la temperatura.

$$X_f = X_0 - k * t$$

Cálculo de vida útil para la cinética de deterioro de orden cero (n=0), utilizando como parámetro del deterioro de la calidad al porcentaje de humedad (%H).

$$\%H = \%H_0 - k * t$$

Donde:

%H = Porcentaje de humedad máximo permitido de acuerdo a la Norma RTE INEN 060 (2012), que establece el límite de humedad para bocaditos en 5 %.

%H₀ = Porcentaje de humedad como la intersección con el eje Y.

k = Pendiente (constante específica de reacción)

t = tiempo (días)

Tabla G.3. Constantes k y %H₀ para las diferentes temperaturas de almacenamiento

Temp. °C	%H ₀	k
25	3,5976	0,0269
30	3,596	0,0331
35	4,1759	0,0539

Vida útil del producto almacenado a 25 °C.

$$t = \frac{\%H + \%H_0}{k}$$

$$t = \frac{5 + 3,5976}{0,0269} = 319.6 \text{ días}$$

ANEXO H - BALANCE DE MATERIA

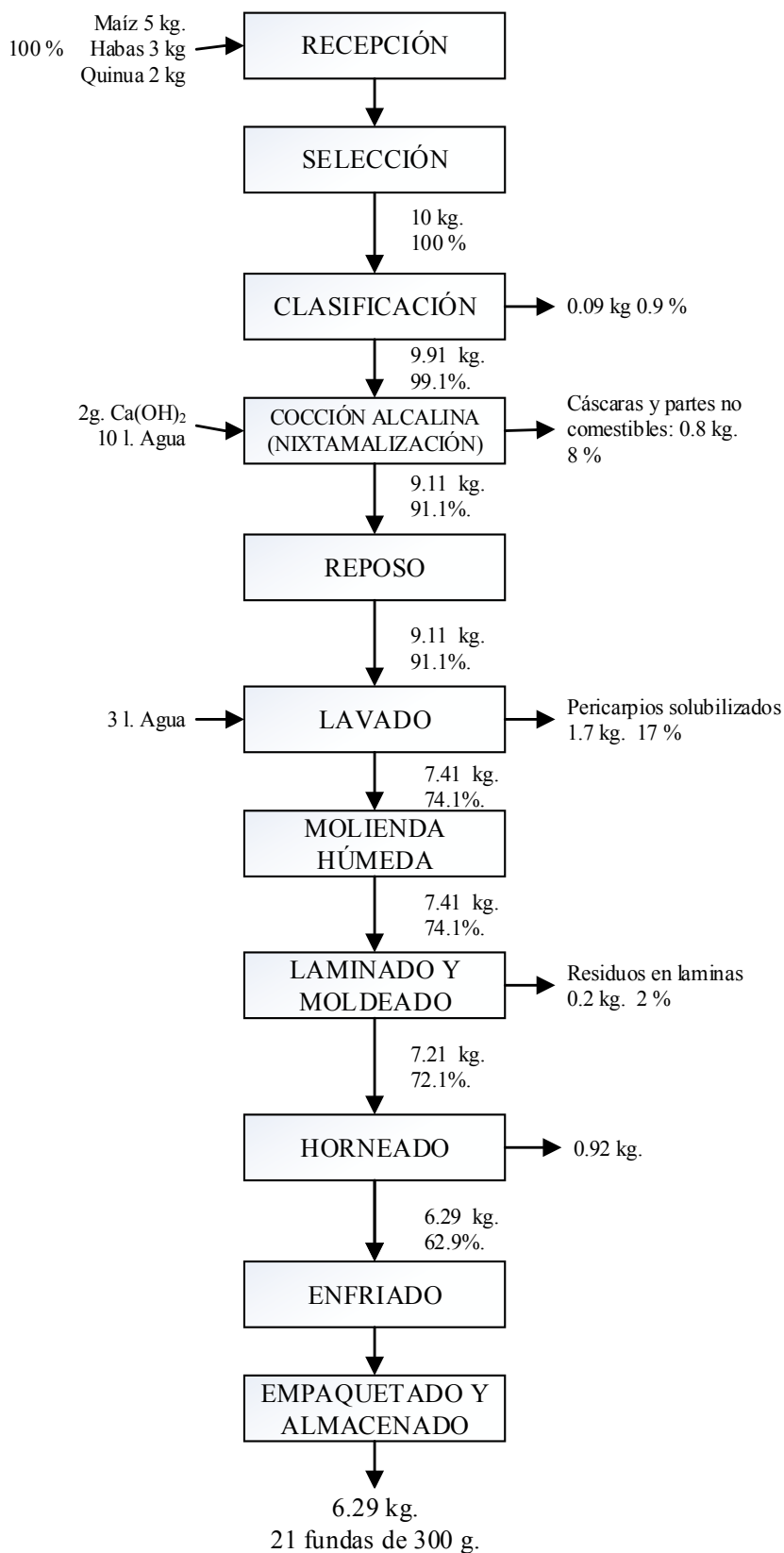


Figura 9. Balance de materia para la elaboración del snack de maíz, haba y quinua nixtamalizados.

ANEXO I – FOTOGRAFÍAS

Anexo G. Fotografías



Figura 10. Laminado de la masa de maíz, haba y quinua nixtamalizados.



Figura 11. Horneado de la masa de granos andinos nixtamalizados.



Figura 12. Producto final, snack de maíz, haba y quinua nixtamalizados.

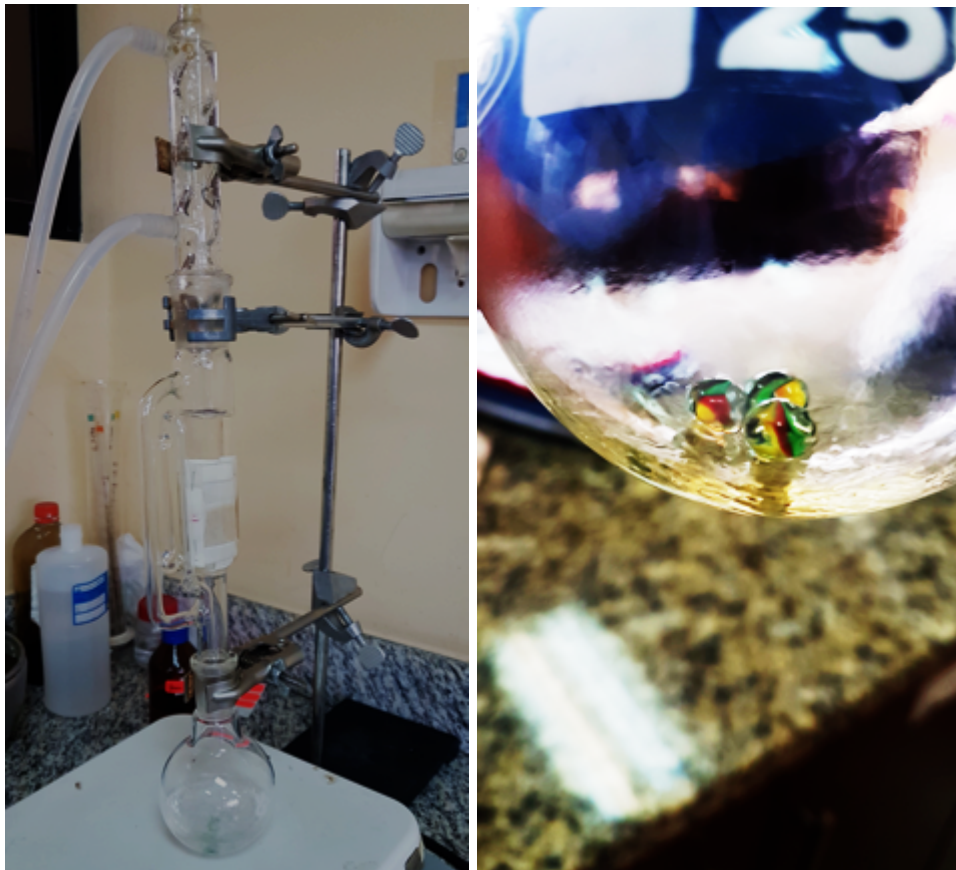


Figura 13. Equipo Soxhlet para extracción de grasas/grasa extraída de la muestra en el balón.



Figura 14. Digestión de las muestras para la determinación de proteína.

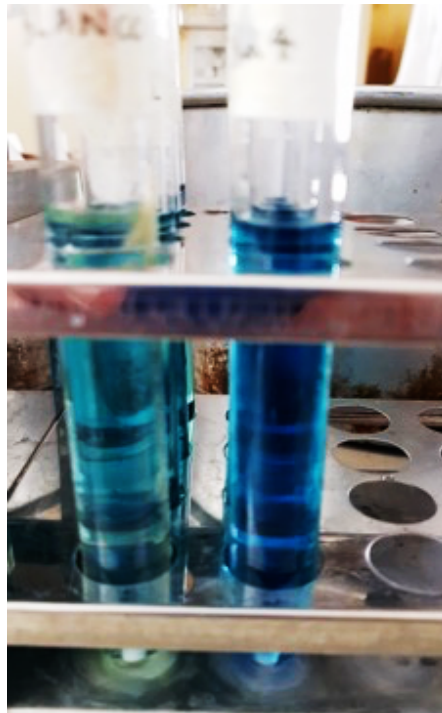


Figura 15. Coloración turquesa para la determinación de proteína por espectrofotometría según el protocolo descrito por Nkonge & Ballance (1982).



Figura 16. Solución patrón de sulfato de amonio a diferentes concentraciones.



Figura 17. Cuantificación de almidón resistente, utilizando el Kit peridocromo Glucosa y midiendo su absorbancia en el espectrofotómetro Spectronic20 Genesys.



Figura 18. Extracción de fibra utilizando Raw Fiber Extractor de Velp científica.



Figura 19. Espectrofotómetro de absorción atómica (PG Instruments, AA500), usado para la cuantificación de calcio según procedimientos descritos por Millán Martín, Abadía Bayona & Heras Cobo (1981).



Figura 20. Texturómetro Brookfield (PRO CT³, USA), empleado para medir la dureza en Newtons (N) del producto.

ANEXO J – NORMATIVAS

Anexo J. NMX-F-046-S-1980, HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADO NORMA MEXICANA. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

NMX-F-046-S-1980, HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADO NORMA MEXICANA. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. (ESTA NORMA CANCELA LA NMX F-046-1976).

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.- Dirección Gral. de Normas.- Departamento. de Normalización Nacional.- Exp. No 231.1.

DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS

AVISO AL PÚBLICO

Con fundamento en los artículos 33, fracción XX y quinto transitorio de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, así como en los artículos 1o, 2o, 4o, 5o, 6o, 23, 26, 27, 29, 39, 40, 42 y 43 de la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas y en el artículo 13, fracciones I, II, VII, X, XI, XVIII, XXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y en el artículo 20 fracción III del Reglamento Interior de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, estas Secretarías han aprobado la siguiente Norma Mexicana.

0. INTRODUCCIÓN

Las especificaciones que se establecen en esta Norma, sólo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto objeto de esta Norma, se utilicen materias primas de calidad sanitaria, se apliquen buenas técnicas de elaboración y se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas, que aseguren que el producto es apto para el consumo humano, de acuerdo con el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, sus Reglamentos y demás disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma participaron los siguientes Organismos:

Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos.

Gerencia de Coordinación de Productos, Comercialización y Servicios de Filiales CONASUPO.

Grupo MASECA.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el producto denominado harina de maíz nixtamalizado.

2. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-F-068-S. Alimento - Determinación de proteínas.

NMX-F-083. Alimentos - Determinación de humedad. (Determinación de humedad en productos alimenticios)

NMX-F-066-S. Alimentos - Determinación de cenizas. (Determinación de cenizas en alimentos)

NMX-F-090-S. Alimentos - Determinación de fibra cruda. (Determinación de fibra cruda en alimentos).

NMX-F-089-S. Alimentos - Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet).

NMX-F-343. Alimentos - Determinación de arsénico. (Determinación de arsénico en productos alimenticios)

NMX F-353/1-S. (Parte 1 a 4) granos - Determinación de aflatoxinas (cacahuete, otras nueces, granos y sus productos - Determinación de aflatoxinas.

NMX-F-253. Alimentos - Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias (Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias).

NMX-F-254. Alimentos.- Cuenta de organismos coliformes. (Cuenta de organismos coliformes).

NMX-F-255. Alimentos.- Método de conteo de hongos y levaduras. (Cuenta de hongos y levaduras).

NMX F-365. Harinas.- Determinación de materia extraña.

NMX-B-023. Requisitos de las cribas para clasificación de materiales

NMX-R-018. Muestreo para la inspección por atributos.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma se establece la siguiente definición

3.1 Harina de maíz nixtamalizado es el producto que se obtiene de la molienda de los granos de maíz (*Zea Mays*) sanos, limpios y previamente nixtamalizados y deshidratados (véase A.3) y que cumpla con las especificaciones señaladas en 5.

4. CLASIFICACIÓN

El producto objeto de esta Norma se clasifica en un tipo con un sólo grado de calidad, designándose como harina de maíz nixtamalizado.

5. ESPECIFICACIONES

La harina de maíz nixtamalizado en su único tipo y grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales

Color: Debe ser blanco amarillento o característico de la variedad de grano empleado (véase 5.7).

Olor: Debe ser característico y no presentar signos de rancidez u otro olor extraño.

Sabor: Debe ser característico del producto y no tener ningún sabor extraño.

Aspecto: Debe ser granuloso con una finura tal que el 75% como mínimo pase a través de un tamiz de 0.250 mm de abertura de malla, tamiz NOM No. 24 M.-60 US.

5.2 Físicas y químicas

La harina de maíz nixtamalizado debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 1.

TABLA 1

ESPECIFICACIONES	MÍNIMAS %	MÁXIMAS %
Humedad	-	11.0
Proteínas (Nitrógeno x 6.25)	8.0	
Cenizas	-	1.5
Extracto etéreo	4.0	
Fibra cruda	-	2.0

NOTA: Las especificaciones correspondientes se refieren sobre base seca.

5.3 Microbiológicas

El producto objeto de esta Norma no debe contener microorganismos patógenos, ni más de 1000 UFC/g de hongos, ni biotoxinas fuera de los límites que la Secretaría de Salubridad y Asistencia señala en esta Norma.

5.4 Contaminantes químicos

5.4.1 Plaguicidas

El producto objeto de esta Norma no debe contener residuos de plaguicidas en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud. Los límites máximos para estos contaminantes, quedan sujetos a lo que establezca la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

5.4.2 Contaminantes metálicos

El producto de esta Norma no debe de exceder el límite del contaminante metálico que se menciona a continuación:

Arsénico 0.3 mg/kg (ppm) máximo.

5.4.3 Biotoxinas

Aflatoxinas 20 µg/kg (0.02 mg/kg) (0.02 ppm).

5.5 Materia extraña objetable

El producto objeto de esta Norma debe estar libre de fragmentos de insectos, pelos y excretas de roedores, fuera de los límites permitidos por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, así como de cualquier otra materia extraña.

5.6 Ingredientes básicos:

Maíz, agua y cal

5.7 En este producto no se permite el empleo de aditivos (conservadores, colorantes).

6. MUESTREO

6.1 Cuando se requiera el muestreo del producto, éste podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Mexicana NMX-R-018.

6.2 Muestreo Oficial

El muestreo para efectos oficiales estará sujeto a la legislación y disposiciones de la Dependencia Oficial correspondiente.

7. MÉTODOS DE PRUEBA

Para la verificación de las especificaciones físicas, químicas y microbiológicas que se establecen en esta Norma se deben aplicar las Normas Mexicanas que se indican en el capítulo de Referencias (véase 2).

8 MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

8.1 Marcado y etiquetado.

8.1.1 Marcado en el envase.

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente, visible e indeleble con los siguientes datos:

- Denominación del producto, conforme a la clasificación de esta Norma.
- Nombre comercial o marca comercial registrada, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.
- El "Contenido Neto" de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Comercio (véase A.2).
- Nombre o razón social del fabricante o titular del registro y domicilio donde se elabore el producto.
- Clave del lote y fecha de fabricación.

- La leyenda "HECHO EN MÉXICO".
- Lista completa de ingredientes en orden de concentración decreciente.
- Texto de las siglas Reg. SSA. No.... "A" debiendo figurar en el espacio el número de registro correspondiente.
- Otros datos que exija el reglamento respectivo o disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

8.1.2 Marcado en el embalaje

Deben anotarse los datos necesarios de 8.1.1 para identificar el producto y todos aquellos otros que se juzguen convenientes tales como las precauciones que deben tomarse en el manejo y uso de los embalajes.

8.2 Envase

El producto objeto de esta Norma, se debe envasar en un material resistente e inocuo, que garantice la estabilidad del mismo, que evite su contaminación, no altere su calidad ni sus especificaciones sensoriales (véase A.5).

8.3 Embalaje

Para el embalaje del producto objeto de esta Norma, se deben usar cajas de cartón papel o envolturas de algún otro material apropiado que tengan la debida resistencia y que ofrezcan la protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior, a la vez faciliten su manipulación en el almacenamiento y distribución de los mismos, sin exponer a las personas que los manipulen (véase A.5).

9. ALMACENAMIENTO

El producto terminado debe almacenarse en locales que reúnan los requisitos sanitarios que señala la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

APÉNDICE A

A.1 Las Normas NMX que se mencionan en esta Norma corresponden a las Normas D.G.N. vigentes de la misma letra y número.

A.2 La leyenda "Contenido Neto" deberá ir seguida del dato cualitativo y de la abreviatura de la unidad correspondiente de acuerdo al Sistema General de Unidades y Medidas, expresada en minúsculas, sin pluralizar y sin punto abreviatorio: deberá presentarse en el ángulo inferior derecho o centrada en la parte inferior, de manera clara y ostensible en un tamaño que guarde proporción con el texto mas sobresaliente de la información y en contraste con el fondo de la etiqueta.

Este dato deberá aparecer libre de cualquier otra referencia que le reste importancia.

A.3 El proceso de nixtamalización consiste en la cocción de los granos de maíz, en agua con cal (calhidra), en proporción aproximada de 700 a 800 g de cal (calhidra) por cada 75

kg. de granos de maíz, se escurre, quedando listo para la elaboración de la harina, previo lavado y deshidratado.

A.4 Los granos de maíz que se emplean deben encontrarse íntegros en un mínimo de 95% y libres de parásitos de todo tipo y exentos de otros materiales extraños objetables (véase 5.5).

A.5 Las especificaciones de envase y embalaje que deben aplicarse para cumplir con 8.2 y 8.3 serán las correspondientes a las Normas Mexicanas de envase y embalaje específicas para cada presentación y gramaje del producto.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Proyecto de Normas Microbiológicas para el Control Sanitario de agua, bebidas y alimentos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- Reglamento para el control sanitario de los molinos de nixtamal, expendios de masa y tortilla, en el Distrito y Territorios Federales.

México, D. F., a 4 de noviembre de 1980.- El Director General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, Manuel Ramos Alvarez.- Rúbrica.- El Director General, Román Serra Castaños.- Rúbrica.

Desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados