



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO  
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**APORTE ANTIOXIDANTE DE LA CÁSCARA DE MANGO  
(*Mangifera indica*) LIOFILIZADO EN LOS TOTOPOS DE MAÍZ  
(*Zea mays*) HORNEADOS**

**AUTOR**

**JIMÉNEZ SÁNCHEZ ESTEFANÍA NICOLE**

**TUTOR**

**ING. PABLO JUAN NÚÑEZ RODRIGUEZ M.Sc**

**MILAGRO – ECUADOR**

**2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **APORTE ANTIOXIDANTE DE LA CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica*) LIOFILIZADO EN LOS TOTOPOS DE MAÍZ (*Zea mays*) HORNEADOS**, realizado por la estudiante JIMÉNEZ SÁNCHEZ ESTEFANÍA NICOLE; con cédula de identidad N° 0957998149 de la carrera de Agroindustria, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

ING. PABLO JUAN NÚÑEZ RODRIGUEZ M.Sc  
Tutor

Milagro, 23 de abril del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**APORTE ANTIOXIDANTE DE LA CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica*) LIOFILIZADO EN LOS TOTOPOS DE MAÍZ (*Zea mays*) HORNEADOS**”, realizado por la estudiante JIMENEZ SANCHEZ ESTAFNIA NICOLE, la misma que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

**Ph.D GAVILANEZ LUNA FREDDY  
PRESIDENTE**

---

**Ph.D MORAN BAJAÑA JOAQUIN  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**ING. CEDEÑO BERMEO JESSICA, MSc  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 23 de abril del 2026

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y las personas que han sido mi inspiración y mi mayor apoyo en este camino académico. En especial a mi madre, Jenny Sánchez por su amor incondicional, su sacrificio y su confianza constante en mí, todo lo que hoy logro es también gracias a ella. A mis hermanas Anais Jiménez y Maricruz Ochoa que siempre creyeron en mis capacidades y me enseñaron a no rendirme a cada persona que influyó positivamente en mi crecimiento, guiándome y motivándome a seguir adelante. Y a mi abuelito Felipe, quien con su ternura y alegría ilumina mis días y me motiva a seguir superándome para ser un ejemplo. Con todo mi amor y gratitud, les dedico este logro que también es de ustedes.

## AGRADECIMIENTO

Hoy quiero agradecer, ante todo, a Dios, por acompañarme en cada etapa de este proceso, por darme la fortaleza para superar los momentos difíciles y la sabiduría para seguir avanzando hacia mis metas. A mi madre, hermanas y abuelo, gracias por ser mi apoyo incondicional, por su paciencia, comprensión y por creer siempre en mí incluso cuando el camino parecía incierto. Su amor y confianza han sido el impulso que me permitió mantenerme firme y no rendirme.

A mis amigas, que hoy también son colegas, les agradezco por compartir conmigo esta etapa universitaria llena de retos, aprendizajes y recuerdos inolvidables; su compañía y motivación hicieron que cada obstáculo fuera más llevadero.

Finalmente, expreso mi gratitud a la Universidad Agraria del Ecuador y a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente a mi tutor el Ing. Pablo Núñez Rodríguez por su guía, dedicación, tiempo, compromiso y enseñanzas, que contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional y personal. Llevo conmigo no solo conocimientos, sino también valores y experiencias que marcarán mi vida para siempre.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo Jiménez Sánchez Estefanía Nicole, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“APORTE ANTIOXIDANTE DE LA CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica*) LIOFILIZADO EN LOS TOTOPOS DE MAÍZ (*Zea mays*) HORNEADOS”** para optar el título de Ingeniera Agroindustrial, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 23 de abril del 2026

Jiménez Sánchez Estefanía Nicole

**C.I. 0957998149**

## Índice General

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>15</b>
1.1	Antecedentes del problema .....	15
1.2	Caracterización del problema .....	16
1.3	Formulación del problema .....	17
1.3.1	Sistematización del problema .....	17
1.4	Justificación del problema .....	18
1.5	Objetivo general .....	19
1.5.1	Objetivos específicos .....	19
1.6	Hipótesis .....	19
<b>2</b>	<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>20</b>
2.1	Estado del arte .....	20
2.2	Bases teóricas .....	23
2.2.1	Maíz .....	23
2.2.1.1	Definición .....	23
2.2.1.2	Tipos de maíz .....	24
2.2.1.3	Composición química del maíz .....	25
2.2.1.4	Composición nutritiva de maíz .....	26
2.2.2	Mango .....	27
2.2.2.1	Generalidades .....	27
2.2.2.2	Variedades .....	27
2.2.2.3	Composición nutricional .....	29
2.2.2.4	Totopos .....	30
2.2.3	Liofilización .....	30
2.2.3.1	Etapas del proceso de liofilización .....	31

2.2.3.1.1	<i>Velocidad de congelación</i> .....	32
2.3	Marco legal .....	34
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	39
3.1	Enfoque de la investigación .....	39
3.1.1	Tipo de investigación.....	39
3.1.2	Diseño de investigación .....	39
3.2	Metodología .....	39
3.2.1	Variables .....	39
3.2.1.1	Variable independiente .....	39
3.2.1.2	Variable dependiente.....	39
3.2.2	Tratamientos.....	40
3.2.3	Diseño Experimental.....	40
3.2.4	Recolección de datos .....	41
3.2.4.1	<i>Recursos</i> .....	41
3.2.4.2	<i>Métodos y técnicas</i> .....	42
3.2.5	Variables a evaluar .....	43
3.2.5.1	<i>Análisis sensorial</i> .....	43
3.2.5.2	<i>Capacidad antioxidante</i> .....	44
3.2.5.3	<i>Tiempo de vida útil</i> .....	44
3.2.2.1	Procedimiento para mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10:2013) 44	
3.2.2.2	Inoculación e incubación.....	44
3.2.2.3	Método de detección de coliformes.....	45
3.2.3	Análisis estadístico.....	46
4	RESULTADOS .....	47

4.1	Análisis de los totopos de maíz horneados con cáscara de mango liofilizado mediante características de grasa total, índice de peróxido y actividad antioxidante DPPH.....	47
4.2	Tiempo de vida útil mediante el análisis microbiológico (mohos, levaduras y aerobios mesófilos) al producto final a los 30 y 60 días .....	49
5	DISCUSIÓN .....	51
6	CONCLUSIONES .....	54
7	RECOMENDACIONES .....	55
8	BIBLIOGRAFIA .....	56
9	ANEXOS .....	59

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Composición química del maíz.....	26
Tabla 2 Análisis de la composición proximal del fruto de mango .....	30
Tabla 3 Requisitos Bromatológicos de bocaditos de productos vegetales.....	36
Tabla 4 Requisitos Microbiológicos de bocaditos de productos vegetales.....	36
Tabla 5 Requisitos bromatológicos de bocaditos de cuero y derivados .....	37
Tabla 6 Requisitos Microbiológicos de bocaditos de cuero y derivados.....	37
Tabla 7 Requisitos bromatológicos de bocaditos de granos, cereales y semillas	37
Tabla 8 Requisitos microbiológicos de bocaditos de granos, cereales y semillas	37
Tabla 9 Mezclas de harina de cáscara de mango y maíz .....	40
Tabla 10 Formulación de los totopos de maíz.....	40
Tabla 11 Modelo para análisis de varianza .....	46
Tabla 12 Análisis fisicoquímicos del producto final .....	47
Tabla 13 Datos del análisis sensorial de los tratamientos .....	48
Tabla 14 Vida útil del producto final .....	49

**INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1 Escala hedónica para análisis sensorial. ....	59
ANEXO 2 Valores numéricos del Análisis Sensorial .....	60
ANEXO 3 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES .....	63
ANEXO 4 IMÁGENES DE LA ELABORACION DEL PRODUCTO .....	65
ANEXO 5 Resultados de los análisis del Laboratorio externo (UBA) .....	79
ANEXO 6 Imágenes de la materia prima e ingredientes .....	81

**INDICE DE FIGURAS**

Ilustración 1 Maíz (Zea mays) .....	24
Ilustración 2 Fruto cultivar Tommy Atkins.....	28
Ilustración 3 Fruto de mango cultivar Keitt. ....	29
Ilustración 4 Etapas del proceso de liofilización en un alimento.....	31
Ilustración 5 Diagrama de flujo de los procesos para la elaboración de totopos de maíz .....	42

## RESUMEN

En la presente investigación experimental se determinó evaluar la viabilidad de aprovechar de manera sustancial la utilización de la cáscara (residuos) del mango variedad Tomy Atkins aplicando el proceso de deshidratación por medio de la liofilización para evitar pérdidas de nutrientes en la elaboración de totopos de maíz, producto de procedencia mexicana que se ha popularizado con el nombre de snacks. Se realizó la sustitución parcial de harina de maíz, por harina procedente de la liofilización de la cascara de mango, aplicando un solo factor de estudio que es la mezcla de las dos harinas en las proporciones de maíz - mango T1 70:30; T2 60:40; T3 50:50, con total de 3 tratamientos, los cuales fueron sometidos a un análisis sensorial para determinar el más aceptado. Aplicando un análisis estadístico DBCA en el cual se determinó que no hay significancia entre los tratamientos, escogiéndose así el T2. En cuanto a los análisis realizados se obtuvieron de grasa total 24,12%, índice de peróxido 12,29 MeqO<sub>2</sub>/Kg, la actividad antioxidante mediante el método DPPH con presencia de ácido gálico con 3,91 mg/L y ácido ascórbico con 1,10 mg/L cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2085:2005. Para la determinación de la vida útil se analizó la presencia de Coliformes fecales, mohos y levaduras con una presencia de <10 ufc/g a los 15 días y 30 días, lo que garantiza que el producto es inocuo y apto para el consumo de las personas según la norma mencionada.

**Palabras clave:** totopos, harina de cascara de mango, liofilización, capacidad antioxidante, índice de peróxido

## ABSTRACT

This experimental study aimed to evaluate the feasibility of significantly utilizing mango peel (a waste by-product) from the Tomy Atkins variety by applying a freeze-drying dehydration process to prevent nutrient loss during the production of corn tortilla chips, a Mexican product that has become popular as a snack food. Corn flour was partially replaced with flour obtained from freeze-dried mango peel. A single study factor was applied, consisting of different proportions of the two flours as follows: corn–mango T1 (70:30), T2 (60:40), and T3 (50:50), resulting in a total of three treatments. These treatments were subjected to sensory analysis to determine the most acceptable formulation. A randomized complete block design (RCBD) statistical analysis was applied, which showed no significant differences among treatments; however, T2 was selected as the most suitable. The analyses conducted showed a total fat content of 24.12%, a peroxide value of 12.29 MeqO<sub>2</sub>/kg, and antioxidant activity measured using the DPPH method, with gallic acid at 3.91 mg/L and ascorbic acid at 1.10 mg/L. These results comply with the requirements established in the NTE INEN 2085:2005 standard. To determine shelf life, the presence of fecal coliforms, molds, and yeasts was analyzed, showing values of >10 CFU/g at 15 and 30 days. These results confirm that the product is safe and suitable for human consumption according to the aforementioned standard.

**Keywords:** tortilla chips, mango peel flour, freeze-drying, antioxidant capacity, peroxide value

# 1 INTRODUCCION

## 1.1 Antecedentes del problema

Existen diversos factores que juegan un papel importante en la alteración de los alimentos, siendo uno de los principales la temperatura ya que conforme aumenta la velocidad de reacciones químicas del tejido aumentan, así como el crecimiento bacteriano. La humedad también es un factor relevante en la proliferación de bacterias y moho ya que junto con la temperatura crean un ambiente apropiado para el crecimiento de estos. El oxígeno al estar en contacto con los alimentos produce reacciones de oxidación en los productos como el enranciamiento de las grasas, la pérdida de vitaminas y el oscurecimiento de las carnes. La luz altera las características organolépticas de alimentos sensibles a esta y por último el tiempo es un potenciador de las anteriores variables para la alteración de los alimentos (Salvatierra 2019).

La liofilización es un proceso de conservación mediante sublimación utilizado con el fin de reducir las pérdidas de los componentes volátiles o termo-sensible. Es el más noble proceso de conservación de productos biológicos conocidos, porque aúna los dos métodos más confiables de conservación, la congelación y la deshidratación. Sin conservantes o productos químicos, es el proceso más adecuado para preservar células, enzimas, vacunas, virus, levaduras, sueros, derivados sanguíneos, algas, así como frutas, vegetales, carnes, peces y alimentos en general. En este proceso de secado los productos obtenidos no se ven alterados en sus propiedades y se rehidratan fácilmente. (J. de D. Alvarado 1979; Krokida 1998; J. de D. Alvarado 1996; JS Ramírez y J. Cañizares 2003).

Son numerosos los estudios que han mostrado que los polifenoles poseen propiedades antioxidantes, inhibiendo la peroxidación lipídica y captando radicales libres hidroxilo, superóxido y alcoxi (Sichel et al., 1991). Protegen de la oxidación a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) desempeñando un papel clave en la prevención de la aterosclerosis. También pueden prevenir la trombosis, inhibiendo la agregación plaquetaria, la permeabilidad y fragilidad capilar (Mazza, 2000).

El mango (*Mangifera indica*) es un alimento fuente de ácido ascórbico (9.79 a 186 mg/100 g), carotenoides (1159 a 3000 mg/100 g) y (poli)fenoles presentes en

la parte comestible de la fruta que le confieren capacidad antioxidante (1-10). Es una de las frutas tropicales más importantes del mundo en términos de producción, superficie cultivada, y popularidad, con una producción global que excede los 27 millones de toneladas, siendo el mayor cultivo tropical seguido por el banano, la piña, papaya y aguacate.

La calidad nutracéutica del mango ha sido estudiada en función de su capacidad antioxidante, el contenido de (poli) fenoles y carotenoides totales en variedades como Francis, Kent, Ataulfo, Tommy Atkins, Haden (3, 5, 6, 12-16). Adicionalmente, en la mayoría de estos trabajos se ha utilizado las variedades de Brasil (1,6), Estados Unidos (13), China (5,14), India (15,17), Cuba (16), Tailandia (18), España (19). Sin embargo, no existen estudios sobre las características químicas, nutricionales, sensoriales y antioxidantes de variedades de Colombia, vigésimo productor de mango en el mundo según la Food Agriculture Organization (FAO), con un aporte de 239 mil toneladas, equivalente al 0.6% de la producción mundial.

El proceso de liofilización tiene sus orígenes en el Imperio Inca, en el altiplano andino a 4000 metros sobre el nivel del mar. Allí los pobladores realizaban y continúan realizando un producto denominado Chuño, resultado de la deshidratación de la papa. La técnica consiste en dejar las papas cosechadas sobre el suelo, de manera que durante la noche se congelen como consecuencia de las muy bajas temperaturas, y durante el día el sol, el viento seco produzcan el cambio de estado del agua (desde el sólido al vapor sin mediar la fase líquida). Con el paso de los años se desarrolló industrialmente esta técnica de conservación que integra dos métodos confiables: la congelación y la deshidratación. (Parzanese 2014)

La liofilización es un proceso de secado mediante sublimación. Se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se pierden durante los procesos convencionales de secado, (Orrego, 2014).

## **1.2 Caracterización del problema**

La industria alimentaria genera una gran cantidad de residuos que promueven contaminación si no se tratan adecuadamente. El modelo de economía lineal (Figura 1), bajo el cual se rige actualmente la mayoría de la producción y

consumo, ha sobrepasado la explotación de los recursos naturales, comprometiendo su capacidad de renovación.

Este ha estado vigente a lo largo del tiempo y tiene como características adquirir, utilizar y desechar los materiales que forman parte de esta cadena, incluidos los alimentos. Además, no considera el daño producido en diferentes sectores como el medio ambiente o el alimentario. Es por ello que resulta fundamental lograr una transición de este modelo lineal, hacia nuevos modelos productivos que reduzcan la contaminación medioambiental y generen desarrollo económico y bienestar social. (Prieto-Sandoval, et al., 2017).

Frutas como mango y papaya se procesan en la industria generando una gran cantidad de subproductos, tales como la cáscara, que diversos estudios han demostrado que contiene compuestos bioactivos que pueden conferir un beneficio a la salud. Una estrategia es utilizarla como aditivo en alimentos extrudidos tipo bocadillos, dando lugar a productos con valor agregado. (Fontes 2019)

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cuál es la capacidad antioxidante de los totopos de maíz elaborados con la cáscara de mango liofilizado?

#### **1.3.1 Sistematización del problema**

¿Qué tipos de actividades agrícolas se desarrollan actualmente en la cosecha y postcosecha del mango y del maíz?

¿Qué tipos de material subproducto aprovechable se pueden obtener de los procesamientos agrícolas del maíz y del mango?

¿Existen actualmente productos alimenticios que se elaboran utilizando como materia prima los subproductos del procesamiento agrícola del maíz y el mango?

¿Qué cantidad de producto de desecho se produce mensual y anualmente?

¿Qué normas de calidad se tienen a la mano para la verificación de la materia prima utilizada?

¿Qué usos se le da después de haber sido utilizado o aprovechado todos sus nutrientes?

#### 1.4 Justificación del problema

La generación de residuos en la industria agroalimentaria es un gran reto que conduce a problemas ambientales y económicos que, a su vez, promueven otros más severos como la inseguridad alimentaria. Las pérdidas y desperdicio de alimentos son definidas como “la disminución de la masa alimentaria comestible” (Buzby et al., 2014). Los residuos de la industria alimentaria son los subproductos generados durante su producción y procesamiento; estos pueden ser desechos de alimentos de origen animal y vegetal (Obi et al., 2016). Los principales son aquellos obtenidos después de su procesamiento y transformación, por pérdidas en la pre y postcosecha, transporte y almacenamiento, mercadeo y comercialización, así como por el mal manejo de los consumidores finales (Granados, 2020).

La reducción de los residuos agroindustriales implica capacitar en buenas prácticas de producción, manejo y manufactura, a cada uno de los participantes de la cadena de valor de los alimentos que participan en los múltiples procesos de esta (Kharola et al., 2022). Sin embargo, su implementación requiere de reformas significativas en el sistema económico, desde la producción hasta el consumo, aunque a veces hay resistencia por parte de las empresas (Donner et al. 2021).

Llevándose a cabo las acciones pertinentes de capacitación, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 2022, vol. 23, núm. 2, Julio-Diciembre, ISSN: 166... PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto 96 la biomasa residual se puede procesar en nuevas materias primas que pueden convertirse en bioenergía, fertilizantes, biomateriales y nuevos ingredientes para el desarrollo de alimentos funcionales o nutraceúticos, dándoles mayor valor agregado (Donner, et al., 2021)

EL presente estudio pretende utilizar los subproductos del mango, dándole un valor agregado con ayuda del maíz, implementándolo en un producto de consumo general como son los totopos de maíz, o también llamados “nachos”, en donde realzar su contenido nutricional, demostrando la presencia de antioxidantes. Además, la utilización del proceso de Liofilización se agrega para no tener pérdidas de nutrientes termolábiles como las vitaminas y algunos antioxidantes.

## **1.5 Objetivo general**

Verificar el aporte antioxidante de la cáscara de mango liofilizado en la elaboración de totopos de maíz horneados.

### **1.5.1 Objetivos específicos**

- Realizar un análisis sensorial a cada uno de los tratamientos mediante una escala hedónica.
- Determinar la presencia de la capacidad antioxidante del tratamiento con mayor aceptación sensorial.
- Caracterizar la vida útil del producto mediante análisis microbiológico a los 15 y 30 días, a la formulación de mayor aceptación sensorial.

## **1.6 Hipótesis**

El proceso de liofilización no intervendrá en las características sensoriales y bromatológicas de los totopos de maíz, que aseguren una máxima estabilidad en el tiempo para el consumo.

## 2 MARCO TEORICO

### 2.1 Estado del arte

Elizari Vidaure Adrián (2019), desarrolló de un snack horneado sin gluten con harinas de maíz, quinoa y arroz con unas propiedades físicas adecuadas y una calidad organoléptica aceptable. Para ello, se realizaron distintos experimentos en los que se modificó la cantidad de harina de quinoa y de arroz, se añadieron dos hidrocoloides distintos (goma xantana e hidroxipropilmetilcelulosa-HPMC) y se ajustó el tiempo y la temperatura de horneado. Se analizó la humedad, dimensiones, firmeza y color de los snacks, y se evaluó el grado de aceptación por parte de un grupo de 46 consumidores por medio de dos pruebas afectivas: escala hedónica y ordenación por preferencia. Los snacks con una alta proporción de harina de quinoa presentaron unas dimensiones superiores a los más ricos en harina de arroz, así como un color de la corteza y de la miga más oscuro. La goma xantana a una concentración del 1 % mejoraba significativamente la altura de los snacks en comparación con el HPMC. La cocción más adecuada para alcanzar un nivel de humedad suficientemente bajo sin oscurecer demasiado los snacks fue la realizada a 160°C durante 18 minutos. Finalmente, las evaluaciones sensoriales mostraron que los snacks mejor puntuados fueron aquellos que presentaban un mayor contenido en harina de arroz (50 %), particularmente en lo que se refiere al color y la apariencia.

Amador (2015), realiza un estudio titulado “Desarrollo y evaluación alimentaria y funcional de totopos adicionados con huitlacoche” en donde analizó el efecto de la adición del 0, 3, 6, 9, 12, 15 y 18% de pasta de huitlacoche (HP) al procesamiento de totopos de maíz azul nixtamalizado, y su posible influencia en los parámetros fisicoquímicos, funcionales y estructurales de masas y totopos horneados. Se utilizaron dos variedades de maíz azul: Cónico y Criollo, los cuales se procesaron para obtener harinas de maíz nixtamalizado; se utilizó una harina comercial de maíz azul (HM) adicional como control, y un totopo comercial horneado de maíz azul (TM2). Los resultados mostraron que las características del grano tuvieron efectos importantes sobre las propiedades térmicas, de absorción de agua y la cohesión de masa ( $P < 0.05$ ); estas propiedades están relacionadas con el contenido de proteína, el almidón y sobre todo con el destino final de los granos

para su procesamiento en diversos productos. Además, la adhesividad de masas fue influenciada por el porcentaje de adición del huitlacoche en pasta, un parámetro importante para la mecanización de masa en procesos semi-industriales; valores superiores a 0.813 N resultaron no aptos para procesarse, debido a su alta adherencia (pegajosidad) y densidad. La cohesión de las masas se vio afectada de manera negativa por adiciones superiores al 12% de huitlacoche en pasta. En producto terminado (totopos), la crujencia fue influenciada de manera positiva por la HP, ya que la adición de la pasta disminuyó los valores requeridos para la fractura de la pieza, sin perder su crujencia; esta disminución también se vio influenciada por el tipo de harina utilizado. El HP incrementó significativamente el contenido de fenólicos solubles en los totopos horneados ( $P < 0.05$ ). TC mostró incrementos de 17.5 a 36.1 mg EAG/100 g de muestra; TX aumentó de 23.2 a 36.8 mg EAG/100 g de muestra. La capacidad antioxidante de TC y TX aumentó a medida que se añadió el HP, mostrando valores de 6.74 a 7.98  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra a las adiciones de 0, 3, 6 y 9%, respectivamente. TX presentó el mismo comportamiento desde 6.84 hasta 7.80  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra, conforme se adicionó HP. TM1 mostró un comportamiento diferente, TM1-0 registró 7.70  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra, TM1-3 disminuyó hasta 7.02  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra, y se incrementó en TM1-6 con 7.44  $\mu\text{mol ET}$  y a 7.51  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra en TM1-9. El totopo comercial (TM2) presentó 7.59  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra. HP no modificó el contenido total de antocianinas, TC osciló entre 26 y. TM1 y TM2 presentaron valores de aproximadamente 50 mg EC3G/kg. Los resultados sugieren que los totopos de maíz azul horneados y adicionados con huitlacoche de un 3 a un 9%, pueden ser una alternativa para procesar este hongo tradicional en una forma industrial y a gran escala, y producir botanas más saludables que las tradicionales, además de incrementar el valor funcional de algunos compuestos bioactivos.

Párraga Orellana, A. M., Mero Aguinda, P. A., y Soto Velásquez, M. A. (2023). Aprovechamiento de harina de raquis de maíz (*Zea Mays*) en la elaboración de Totopos, dicha investigación se realizó con el objetivo de aprovechar la harina del raquis de maíz para elaboración de un snack (totopos). Se evaluaron porcentajes de adición de harina de raquis de maíz (0, 1, 4, 7 y 10) % en la formulación para T1, T2, T3, T4 y T5. Las variables medidas fueron parámetros sensoriales (color, olor, sabor y textura), fisicoquímicos (pH y acidez) y propiedades

bromatológicas (grasa, fibra, proteína y ceniza). Los mejores resultados bromatológico son para T1, T2 y T3 con un contenido de grasa de 18,43 % a 23,01%, fibra 2,66 % a 4 %, ceniza 3,47 % a 3,11 % y humedad 8,58 % a 13,31 %) estos resultados son equiparables a lo establecido en la norma INEN 2 561 para bocaditos de productos vegetales que fija un contenido máximo de grasa del 40%; fibra 2,66% a 3,55%, proteína 2% a 3,0% y ceniza 2,5% a 2,9%. Los análisis físico-químicos mostraron que T1, T2 y T3 tuvieron un rango de pH entre 5,45 % y 5,75 %, y acidez del 1,22 a 1,68%, estos valores cumplen con los mencionados por autores que han realizado investigaciones similares. Considerando los resultados fisicoquímicos, bromatológicos y el análisis sensorial se establece que el mejor tratamiento es T2 debido a que más del 50% de los catadores coincide en que tiene un sabor moderado a maíz, ligero sabor a grasa, color amarillo claro y una textura moderadamente aceptable dichos parámetros son los más acercados a los obtenidos por el testigo (T1).

Corea Ventura y Bernárdez Morales, (2021) realizaron un estudio enfocado en el desarrollo de snacks horneados a partir de harina de maíz (*Zea mays*), incorporando ingredientes funcionales como la harina de grillo (*Acheta domesticus*) y puré de cáscara de zanahoria (*Daucus carota*), con el objetivo de elaborar un producto saludable, sostenible y con valor agregado nutricional. Este trabajo responde a la necesidad actual de crear snacks que sean bajos en grasas, ricos en fibra y proteína, y que utilicen subproductos alimentarios, contribuyendo así a la reducción del desperdicio. Para ello, se diseñaron formulaciones con diferentes concentraciones de puré de cáscara de zanahoria (35%, 45%, 50%, 60%) y harina de grillo (10%, 15%, 20%), evaluándose las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales de los productos resultantes. Entre las variables analizadas se encontraron parámetros como humedad, contenido de proteína, fibra, grasa y ceniza, así como atributos sensoriales como sabor, textura, olor, color y aceptación general. Los resultados indicaron que la formulación que contenía 45% de puré de cáscara de zanahoria y 10% de harina de grillo presentó el mejor balance entre características sensoriales y nutricionales, con un contenido proteico del 20.38% y una cantidad de fibra del 18.09%. Esta formulación fue la más aceptada por los evaluadores, quienes resaltaron un buen sabor, textura crujiente y color adecuado.

Morales Martínez, (2020) examinó la vida útil y estabilidad funcional de totopos de maíz, elaborados con una mezcla de harina nixtamalizada de maíz y salvado de arroz en proporción 70:30. El estudio tuvo como objetivo principal determinar cómo variables críticas de calidad como la humedad, actividad de agua, color, textura, perfil de ácidos grasos, índice de peróxidos y capacidad antioxidante total (CAT) se comportan durante almacenamiento acelerado a 25 °C, 30 °C y 45 °C, permitiendo estimar su vida útil y resistencia funcional bajo condiciones adversas. Los hallazgos revelan que los totopos presentan una vida útil estimada de hasta 172 días a 25 °C, mientras que a 45 °C, esta estimación disminuye dramáticamente a 25 días, reflejando una alta sensibilidad del producto a temperaturas elevadas. Además, se identificó que los totopos fritos exhiben niveles significativamente más altos de oxidación lipídica en comparación con los horneados, lo que indica una menor estabilidad en condiciones de grasa expuesta. Desde el punto de vista funcional, la inclusión de salvado de arroz aportó una capacidad antioxidante total de 13,26  $\mu\text{mol ET/g}$ , demostrando que esta fracción es útil como ingrediente funcional con potencial antioxidante significativo en snacks de maíz.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Maíz**

#### **2.2.1.1 Definición**

El maíz es un cereal proveniente de las gramíneas que marcó un antes y un después en las civilizaciones precolombinas y que ha llegado a superar al trigo como cereal más consumido en el mundo. Cuenta con una gran variabilidad genética y su cultivo se extiende desde América hasta Asia. A nivel nutricional, es una fuente de hidratos de carbono saludable y con especial valor para cuidar de la salud ocular. Hoy en día, se conservan usos culinarios más tradicionales como el mondongo venezolano o las tortillas mexicanas, el tentempié en forma de palomitas o maíz tostado mientras sigue reinventándose en la panadería y la repostería sin gluten. Entre todos sus tipos, el morado destaca por su color y el maíz duro por ser indispensable para elaborar maicena. A continuación, un recorrido por tipos de maíz, propiedades y usos culinarios (Shamirian, 2023).

El maíz (*Zea mays*) es un ingrediente muypreciado perteneciente a la familia de las gramíneas. Se ha posicionado entre el tercer y el primer cereal más consumido del mundo y hoy en día se cultiva a lado y lado del globo. Su planta cuenta con tallos que pueden alcanzar hasta los 4 metros de altura y al final de éstos aparecen las inflorescencias, también conocidas como espigas o mazorcas, protegidas del sol e insectos gracias a unas gruesas hojas verdes. En su interior, se encuentran los granos.

En la actualidad, el cultivo se concentra en cuatro países: Estados Unidos, China, Argentina y Brasil y según la OECD, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, sus principales consumidores a lo largo de esta década continuarán siendo México, la Unión Europea y Japón (Shamirian, 2023).

### **Ilustración 1 Maíz (*Zea mays*)**



**Fuente: Francisco Manuel Blanco, 2010**

#### ***2.2.1.2 Tipos de maíz***

Los tipos de maíz reconocidos por su calidad, composición y propiedades para la extracción de alimentos son:

- Tipo 1: *Zea mays indentata*, también llamado “maíz de campo”, variedad de maíz con granos que contienen almidón duro y blando. Se consume cocido en ensaladas, guisos, y desgranado.

- Tipo 2: el maíz sílex, *Zea mays indurata*, es una variedad de maíz que tiene granos duros, córneos, redondeados, cortos o planos, con el endospermo blando y amiláceo, completamente encerrado por una capa externa dura. Se utiliza fundamentalmente en la alimentación de aves y cerdos y en la producción de ensilaje.
- Tipo 3: maíz ceroso, el nombre científico *Zea mays ceratina*, cuyos granos que tienen un aspecto ceroso al cortar, contiene solo almidón de cadena ramificada. El almidón de maíz ceroso es más del 99% de amilopectina, mientras que el maíz regular contiene 72-76% de amilopectina y 24-28% de amilosa. Los usos principales son la producción de almidón, en preparaciones como budines, gelatinas, cremas y sopas.
- Tipo 4: el maíz dulce, *Zea mays saccharata*, cuyo grano es de consistencia cornea; al secarse se cristalizan los azúcares y se torna corrugado; se consume fresco, enlatado o congelado.
- Tipo 5: maíz de maíz pop, *Zea mays everta*, tiene orejas pequeñas y núcleos pequeños puntiagudos o redondeados con endospermo córneo muy duro. Se preparan en calor, por la expulsión de la humedad contenida explotan y forman una masa almidonada blanca conocida como palomitas de maíz o crispeta.
- Tipo 6: el maíz indio, *Zea mays tunicata*, es un tipo de maíz con sus granos encerrados en una vaina o glumas, que envuelven de manera individual a cada grano de la mazorca. Es considerado ornamental por los granos blancos, rojos, morados, marrones o multicolores. Sus usos han sido en la dieta humana en la elaboración de tortillas, tamales, totopos (Urango, 2018).
- Tipo 7: maíz de harina, *Zea mays amylaceae*, también llamado maíz “blando” o maíz “squaw”, tiene granos con forma de maíz de viruta y compuesto casi enteramente de almidón blando; se consume cocido y en ensaladas.

### **2.2.1.3 Composición química del maíz**

Existen diferentes criterios para definir o interpretar las diferentes clasificaciones de los cereales y oleaginosas que podemos

**Tabla 1 Composición química del maíz**

<b>Tipo</b>	<b>Humedad</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Fibra cruda</b>	<b>Extracto etéreo</b>	<b>Hidratos de carbono</b>
Salpor	12,2	1,2	5,8	0,8	4,1	75,9
Cristalino	10,5	1,7	10,3	2,2	5,0	70,3
Harinoso	9,6	1,7	10,7	2,2	5,4	70,4
Amiláceo	11,2	2,9	9,1	1,8	2,2	72,8
Dulce	9,5	1,5	12,9	2,9	3,9	69,3
Reventador	10,4	1,7	13,7	2,5	5,7	66,0
Negro	12,3	1,2	5,2	1,0	4,4	75,9

**Fuente: (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO))**

**Elaborado por: La Autora, 2026**

#### **2.2.1.4 Composición nutritiva de maíz**

Los granos de maíz son los órganos de almacenamiento de la planta, contienen almidones, proteínas y micronutrientes. La calidad nutricional y la integridad de los granos de maíz están influenciadas por muchos factores, incluyendo la genética, el medio ambiente y el procesamiento del grano, los procedimientos de cocción, la nixtamalización y la fermentación. La composición proximal del maíz y los productos de este contienen un porcentaje de carbohidratos en el rango de 44,8-69,6%, 11,6-20% de humedad, 4,5-9,87% de proteína, 2,17-4,43% de grasa, 2,10-26,77% de fibra y 1,10-2,95% de cenizas (Urango, 2018).

La composición de nutrientes del maíz, en relación a otros cereales y alimentos del reino vegetal, se encuentra en el contenido de carbohidratos y fibra. Se han reportado valores de hasta 72% de almidón, 10% de proteínas y un 4% de lípidos, suministrando aproximadamente 365 kcal / 100 g de la dieta (Urango, 2018).

## **2.2.2 Mango**

### **2.2.2.1 Generalidades**

El mango (*Mangifera indica* L.) es posible que provenga de la región indobirmana. Su cultivo se expandió rápidamente en los países vecinos y de forma intensiva en el sudeste asiático a partir de los siglos IV o V a. C. Se cree que los árabes introdujeron el mango en la costa este de África, en Madagascar y en los puertos del Océano Índico, hasta tierras del interior. Los navegantes portugueses llevaron el mango hasta el Brasil, desde donde se extendió a América del Sur y, posteriormente, a América del Norte. En Australia no se introdujo hasta el siglo XIX y en Europa hubo algunas implantaciones entre los siglos XVII y XIX, pero sin verdadero éxito (Miranda Lasprilla, 2021).

El mango es uno de los cultivos de mayor importancia mundial, e India ocupa el primer lugar con una producción de 16 196 000 toneladas, seguido de China con 4 400 000 toneladas; Colombia se encuentra en el vigésimo lugar con 243 750 toneladas y una participación mundial de 0.6, presenta un consumo per cápita de 5.27 (kg/año). La producción nacional está considerada en 260 000 toneladas, con un área de siembra de 26 385 ha y un rendimiento de 12.4 ton ha<sup>-1</sup>, los departamentos de la zona centro: Tolima y Cundinamarca presentan el rendimiento más alto con 12 ton ha<sup>-1</sup>, en comparación de las demás zonas del país. Colombia exporta mango de azúcar a Francia y parte de los Emiratos Árabes Unidos en los meses de abril a julio. La variedad Keitt es exportada principalmente a Europa y la variedad Tommy se exporta a Europa, Canadá y Asia (Martínez et al., 2020).

### **2.2.2.2 Variedades**

**Variedad Tommy Atkins**, el mango cv. Tommy Atkins pertenece al grupo de variedades modificadas de mango. El árbol presenta un porte alto y floración abundante. Los frutos de esta variedad presentan forma oblonga, con un peso promedio de 550 gr, pulpa de textura firme y medianamente fibrosa (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 2003). La coloración de la cáscara es roja intensa, su época de cosecha es intermedia; el fruto es de buen tamaño, resistente al manejo de la fruta en plantación y poscosecha, medianamente tolerante a la antracnosis y al ataque de trips, pero susceptible a la pudrición interna

de la fruta, ataque de bacterias en el tronco y de producción irregular y alternante (Miranda Lasprilla, 2021). Es de porte alto, su cáscara es relativamente gruesa, de coloración roja intensa, la semilla es pequeña y con alto rendimiento. Un problema es el desprendimiento del fruto antes de llegar al estado de la madurez, debido a los bajos niveles de calcio; alta susceptibilidad a patógenos que generan una pudrición interna del fruto. Resistente al manejo en poscosecha, es considerada una variedad tolerante a antracnosis y trips. El tamaño del fruto puede alcanzar los 600 g y resiste daños mecánicos (Martínez et al., 2020).

### **Ilustración 2 Fruto cultivar Tommy Atkins**



***Fuente: Martha Alarcón, 2023***

**Variedad Keitt o Farchild**, el mango cv. Keitt pertenece también al grupo de las variedades modificadas. El fruto se caracteriza por tener una forma ovoide oblonga, alargada; un peso promedio de 750 g; con un 30 % o menos de tonalidad roja intensa, y la pulpa menos fibrosa que otras variedades como las criollas, por lo que su consumo en fresco es más apetecido. Además, posee una larga vida comercial y una semilla pequeña, con rendimientos considerables en las regiones tropicales y menores en las subtropicales (Miranda Lasprilla, 2021). Esta también es de una variedad de tamaño mediano a grande, con un Manejo integrado del cultivo de mango *Mangifera*, de coloración amarilla verdosa con tonos rojos, contiene baja fibra y su semilla es pequeña. Exhibe problemas en la maduración, muestra una tolerancia a antracnosis y bacteriosis del tronco. En la actualidad las variedades Keitt y Tommy Atkins son los productos de mayor demanda en las

centrales de comercialización. Las variedades de uso industrial destacadas son hilacha y algunos mangos criollos que cumplen las características como: altos niveles en los sólidos solubles totales (grados brix), rendimiento en planta (peso de pulpa y semilla) y tamaño del fruto; estos parámetros son primordiales para la agroindustria (Martínez et al., 2020).

### **Ilustración 3 Fruto de mango cultivar Keitt.**



**Fuente: Martha Alarcón, 2023**

#### ***2.2.2.3 Composición nutricional***

El mango es una fuente importante de macronutrientes como carbohidratos, lípidos y ácidos grasos, proteínas, aminoácidos y ácidos orgánicos. Además, contiene micronutrientes como vitaminas y minerales, y compuestos no nutritivos como compuestos fenólicos, flavonoides y otros polifenoles, clorofila, carotenoides y compuestos volátiles. El valor energético por 100 g de pulpa varía de 60 a 190 kcal (250–795 kJ), lo que lo convierte en una fruta importante para la dieta humana. El contenido nutricional, no nutricional y de agua del mango varía según el cultivar y diversos factores precosecha y postcosecha. Por ejemplo, según datos del reporte de nutrientes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la pulpa de mango maduro de las variedades Haden, Kent, Keitt y/o Tommy Atkins presenta 83,4 g de agua por cada 100 g de fruta fresca, mientras que el cultivar Azúcar de Colombia contiene 79,3 g (Maldonado Celis et al., 2019).

**Tabla 2 Análisis de la composición proximal del fruto de mango**

<b>Tipo</b>	<b>Contenido (g por 100 g de peso seco de fruta)</b>
Agua	85
Cenizas	0,23
Lípidos totales	0,5
Proteína total	0,7
Carbohidratos totales	14,5
Fibra dietética total	1,9
Energía (kcal)	70

**Fuente (Maldonado Celis et al., 2019). Elaborado por: La Autora, 2026**

#### **2.2.2.4 Totopos**

De origen azteca, surgieron como una forma de aprovechar las tortillas de maíz que sobraban de un día para otro. Son triángulos de tortilla fritos o tostados muy populares en la cocina mexicana. Hoy en día, se consumen prácticamente en todos lados. Se pueden pedir en un restaurante que no necesariamente sea mexicano, y están siempre disponibles en cualquier supermercado. Cabe mencionar que, sobre todo fuera de México y por abuso del lenguaje, se les llama nachos con bastante frecuencia. Sin embargo, deberíamos llamar nachos solo a los totopos que se sirven con queso por encima. Los totopos son un snack saludable compuesto por tortillas de maíz mexicana que se convierte en una opción perfecta para tomar como aperitivo con amigos o familiares (Serrano, 2022).

#### **2.2.3 Liofilización**

La liofilización está ganando popularidad como método de conservación de alimentos en el ámbito doméstico. Este método extiende la vida útil de los alimentos. Los alimentos liofilizados se conservan seguros por más tiempo y pesan menos que los productos deshidratados. Además, la liofilización conserva mejor los colores y la forma de los alimentos, y como no ocurre con la deshidratación con este método se pueden conservar multitud de productos como el helado, la leche, los huevos e incluso comidas preparadas completas. Las bandejas con alimentos se introducen en la cámara del liofilizador. El dispositivo congela los alimentos a

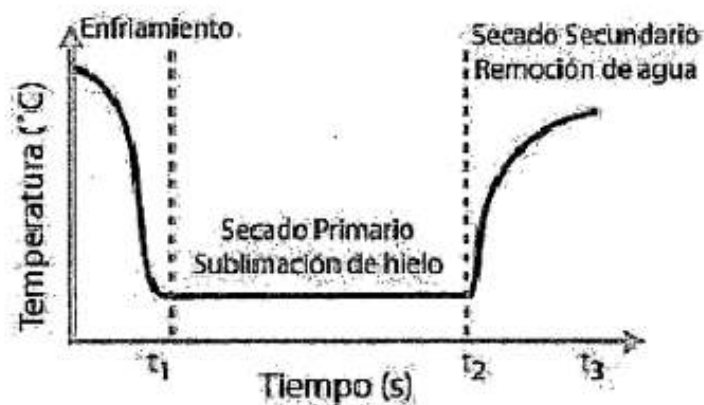
una temperatura de entre  $-34^{\circ}$  y  $-45^{\circ}\text{C}$  ( $-30^{\circ}$  y  $-50^{\circ}\text{F}$ ). A continuación, una bomba de vacío extrae el aire de la cámara y las bandejas se calientan ligeramente. En el interior, el agua del producto a liofilizar se elimina por sublimación, pasando de estado sólido a estado vapor. Este proceso es capaz de eliminar automáticamente hasta el 98 por ciento del agua en los alimentos (Hirneisen y McGeehan, 2024).

### 2.2.3.1 Etapas del proceso de liofilización

El proceso de liofilización consta de tres partes:

- I. Congelación previa.
- II. Sublimación (secado primario)
- III. Evaporación o deserción (secado secundario)

#### Ilustración 4 Etapas del proceso de liofilización en un alimento.



Fuente: León García Muell, 1989

**I. Congelación previa.** Se lleva a cabo en congeladores independientes (separados del equipo liofilizador) o en el mismo equipo. El objetivo es congelar el agua libre del producto. Para ello se trabaja a temperaturas entre  $-20$  y  $-40^{\circ}\text{C}$ . Para la optimización de este proceso es fundamental conocer y controlar:

- La temperatura en la que ocurre la máxima solidificación.
- La velocidad óptima de enfriamiento.
- La temperatura mínima de fusión incipiente.

Con esto se busca que el producto congelado tenga una estructura sólida, sin que haya líquido concentrado, de manera que el secado ocurra únicamente por

sublimación. En los alimentos se pueden obtener mezclas de estructuras luego de la congelación, que incluyen cristales de hielo eutécticos, mezclas de eutécticos y zonas vítreas amorfas. Estas últimas se forman por la presencia de azúcares, alcoholes, cetonas, aldehídos y ácidos, así mismo como por las altas concentraciones de sólidos en el producto inicial.

### **2.2.3.1.1 Velocidad de congelación**

#### **a. Congelación rápida**

- La temperatura de los alimentos desciende aproximadamente 20°C en 30 minutos.
- Cristales pequeños.
- Al rehidratarse conservan textura y sabor original.
- Apariencia clara del producto seco.
- Se aplica en alimentos sólidos, ya que evita la ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas.

#### **b. Congelación lenta**

- La temperatura deseada se alcanza en 3 a 72 horas (aparatos domésticos de congelación).
- Cristales grandes. En su formación causan ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas.
- Al hidratarse presentan textura y sabor diferente al original. - Apariencia oscura del producto seco.
- Se aplica en líquidos, ya que la formación de cristales grandes favorece la presencia de canales para el movimiento del vapor de agua.

**II. Sublimación.** Es el proceso que consiste en el cambio de estado de la materia sólida (agua congelada libre) al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. El material congelado se somete a la acción del vacío produciéndose la sublimación. En esta etapa del proceso son dos los puntos críticos que deben considerarse con especial atención.

En primer lugar, hay que tener en cuenta un fenómeno de transferencia térmica, ya que la sublimación es un fenómeno endotérmico, es necesario durante

el proceso proporcionar calor a la masa congelada. Si este calentamiento no se efectúa, se producirá un sobre enfriamiento de esta, dificultándose la sublimación. El otro punto crítico a tener en cuenta lo constituye la transferencia de masa y se refiere a la eliminación del vapor de agua que se produce en la sublimación. Para que la sublimación se produzca en buenas condiciones todo el material debe estar congelado, por lo tanto, al aportar calor durante el proceso es importante, evitando que se funda la masa, lo que podría producir alteraciones.

Se comprenderá entonces la importancia de conocer la temperatura hasta la cual se puede calentar el material sin que se funda, es decir la temperatura del producto no debe pasar el punto de eutexia en todo el proceso de secado primario. La sublimación se llevará a cabo en mejores condiciones si la masa sublimada es de una superficie amplia y de poco espesor. De allí que la técnica de congelamiento del producto adquiera gran relevancia.

**III. Evaporación o desorción.** La última etapa del proceso de liofilización se trata de la desecación secundaria del producto por medio de desorción. Esta consiste en evaporar el agua no congelable, o agua ligada, que se encuentra en los alimentos; logrando que el porcentaje de humedad final sea menor al 2%. Como en este punto no existe agua libre, la temperatura de las bandejas puede subir sin riesgo de que se produzca fusión. Sin embargo, en esta etapa la presión disminuye al mínimo, por lo que se realiza a la máxima capacidad de vacío que pueda alcanzar el equipo.

Es importante, finalmente, controlar el contenido final de humedad del producto, de manera que se corresponda con el exigido para garantizar su estabilidad (Tipiana Espino y Torres Valenzuela, 2014).

Además, se puede considerar que el proceso de congelación está destinado a alimentos que puedan soportar las temperaturas altas bajo 0° que suele estar sujeto a cambios fisiológicos propios de cada alimento, considerado como materia prima, que en el transcurso de los procesos al cual es sometido, presente características diferentes en cuanto a forma y estructura, conservando los nutrientes en un 90% o más, similar cuando estaba fresco.

## **2.3 Marco legal**

### **RTE INEN 060**

#### **Bocaditos**

##### **1. OBJETO**

1.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos con la finalidad de prevenir los riesgos para salud y la vida de las personas y evitar prácticas que puedan inducir a error o engaño al consumidor.

##### **2. CAMPO DE APLICACION**

2.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano aplica a los siguientes productos que se fabriquen a nivel nacional, importen o se comercialicen en el Ecuador.

2.1.1 Productos de granos, cereales y semillas fritos u horneados que se comercializan envasados y enteros, tales como: tostado, maní, habas, garbanzos, semillas, entre otros.

2.1.2 Cuero y derivados expandidos de cerdo.

2.1.3 Productos de origen vegetal fritos u horneados que se comercializan envasados, tales como: hojuelas, productos extruidos, granos y cereales dilatados.

2.2 Estos productos se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

##### **CLASIFICACIÓN — DESCRIPCIÓN**

- 11.03.11.00.00 — De trigo
- 11.03.13.00.00 — De maíz
- 19.04 — Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (por ejemplo: hojuelas o copos de maíz); cereales (excepto el maíz) en grano o en forma de copos u otro grano trabajado (excepto la harina, grañones y sémola), precocidos o preparados de otro modo, no expresados ni comprendidos en otra parte.
  - 1904.10.00.00 — Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado.
  - 1904.20.00.00 — Preparaciones alimenticias obtenidas con copos de cereales sin tostar o con mezclas de copos de cereales sin tostar y copos de cereales tostados o cereales inflados.

- 23.01.10.00.00 — Chicharrones.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, se adoptan las definiciones contempladas en las siguientes Normas Técnicas Ecuatorianas: NTE INEN 2561, NTE INEN 2562, NTE INEN 2570 y además la siguiente:

**3.1.1 Derivados expandidos de cerdo.** Son los productos que se expanden o incrementan su volumen por aplicación de calor (como la tocineta expandida).

**3.1.2 Proveedor.** Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

### 4. CONDICIONES GENERALES SE APRUEBA

4.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

4.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos.

4.3 Se permite la adición de los aditivos y colorantes establecidos en la NTE INEN 2074.

4.4 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas.

4.5 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.

4.6 El límite máximo de plaguicidas debe ser el que establece el Codex alimentarius CAC/MRL 1.

4.7 El límite máximo de contaminantes para estos productos debe ser el que establece el documento Codex CXS 193-2005, Contaminantes de los alimentos.

## 5. REQUISITOS DEL PRODUCTO

5.1 Los bocaditos de productos vegetales, deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 3, 4 y con los numerales 5.1.1, 5.1.2 y 5.1.3 de este reglamento.

**Tabla 3 Requisitos Bromatológicos de bocaditos de productos vegetales**

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meqO <sub>2</sub> /kg	110	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2074	

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

**Tabla 4 Requisitos Microbiológicos de bocaditos de productos vegetales**

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1529-10
E. coli ufc/g	5	0	<10	-	NTE INEN 1529-7

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

**5.1.1** Deben adoptarse las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

**5.1.2** Si se utiliza como ingrediente harina de trigo, este debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616, en lo referente a fortificación.

**5.1.3** En los productos a base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina debe ser de 20 µg/kg.

**5.2** Los bocaditos de cuero y derivados de cerdo deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 5 y 6 y con el numeral 5.2.1 de este reglamento.

**Tabla 5 Requisitos bromatológicos de bocaditos de cuero y derivados**

Requisito	Máximo
Humedad, %	5
Grasa, %	55
Índice de peróxidos meqO <sub>2</sub> /kg	10

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

**Tabla 6 Requisitos Microbiológicos de bocaditos de cuero y derivados**

Requisito	n	c	m	M
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
E. coli ufc/g	5	0	<10	-
Mohos ufc/g	5	0	10	10 <sup>2</sup>

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

5.2.1 El límite máximo de residuos de medicamentos veterinarios debe ser el que establece el Codex Alimentarius CAC/MRL 2.

5.3 Los bocaditos de granos, cereales y semillas, deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 7, 8 y con los numerales 5.3.1 y 5.3.2 de este reglamento.

**Tabla 7 Requisitos bromatológicos de bocaditos de granos, cereales y semillas**

Requisito	Máximo
Índice de peróxidos meqO <sub>2</sub> /kg	10

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

**Tabla 8 Requisitos microbiológicos de bocaditos de granos, cereales y semillas**

Requisito	N	c	m	M
-----------	---	---	---	---

Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	$10^3$	$10^4$
Mohos ufc/g	5	2	10	$10^2$
E. coli ufc/g	5	0	<10	-

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

5.3.1 Deben adoptarse las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

5.3.2 En los productos con base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina debe ser de 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

## 3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Enfoque de la investigación

#### 3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, se elaboraron totopos de maíz horneados adicionados con tiras de cáscara de mango liofilizada. Se aplicó un método de mezclas con diferentes proporciones de harinas de trigo y maíz, a fin de analizar sus características organolépticas mediante un análisis sensorial con escala hedónica. El tratamiento mejor evaluado fue sometido a la determinación de su capacidad antioxidante, y finalmente se caracterizó su vida útil a través de análisis microbiológicos en periodos de 15 y 30 días.

#### 3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de tipo experimental, bajo un esquema de bloques completamente al azar (DBCA), donde los tratamientos corresponden a diferentes combinaciones de harinas de trigo y maíz (Factores  $t_1$ ,  $t_2$  y  $t_3$ ). Se analizaron las variables cualitativas mediante pruebas sensoriales (color, olor, sabor y textura), seleccionando el tratamiento de mayor aceptación.

### 3.2 Metodología

#### 3.2.1 Variables

##### 3.2.1.1 Variable independiente

Proporciones de mezcla de harinas de trigo y maíz, Inclusión de la cáscara de mango liofilizada.

##### 3.2.1.2 Variable dependiente

Características sensoriales: color, olor, sabor y textura (evaluados con escala hedónica).

Propiedades funcionales: capacidad antioxidante total (CAT).

Parámetros microbiológicos a los 15 y 30 días de almacenamiento.

### 3.2.2 *Tratamientos*

Los tratamientos se definieron a partir de mezclas exploratorias de harinas de trigo y maíz, conforme a la siguiente tabla:

**Tabla 9 Mezclas de harina de cáscara de mango y maíz**

<b>N° Tratamiento</b>	<b>Maíz</b>	<b>Cáscara de mango liofilizado</b>
t <sub>1</sub>	70%	30%
t <sub>2</sub>	60%	40%
t <sub>3</sub>	50%	50%

**Elaborado por La Autora, 2026.**

La formulación base de los totopos adicionados con cáscara de mango fue la siguiente:

**Tabla 10 Formulación de los totopos de maíz**

<b>Materiales</b>	<b>Gramos</b>	<b>%</b>
Harina (mezcla de cáscara de mango con maíz)	50,63	50,63
Sal	2,29	2,29
Agua	37,08	37,08
Harina de trigo	10,00	10,00
Total	100	100

**Elaborado por La Autora, 2026.**

### 3.2.3 *Diseño Experimental*

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), bajo en el cual se evaluó las características sensoriales del producto: color, olor, sabor y textura. Se

utilizó un panel conformado por 30 jueces no entrenados, quienes formaron la fuente de bloqueo y se calificó en función de una escala hedónica, en la cual 1 equivale a “muy malo” y 5 equivale a “muy bueno”. La unidad experimental estuvo representada por 10 g de totopos para la respectiva valoración sensorial.

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1 Recursos**

##### **Recursos Bibliográfico**

- Sitio web
- Artículos científicos
- Libros
- Tesis

##### **Recurso institucional.**

- Universidad Agraria del Ecuador
- Laboratorio de procesamiento de alimentos.

##### **Recursos humanos**

- Tutor: Ing. Pablo Núñez Rodríguez.
- Investigador: Jiménez Sánchez Estefanía Nicole

##### **Recursos materiales**

##### **Materia prima e insumos**

- Harina de trigo
- Harina de maíz
- Sal
- Agua
- Cáscara de mango liofilizada

##### **Materiales de proceso**

- Moldes metálicos o plásticos para corte de totopos
- Paleta de madera para mezclar masa
- Recipientes plásticos para pesado y mezclado
- Espátulas de acero inoxidable
- Pinzas sanitarias para manipulación de cáscara de mango

### Equipos de proceso

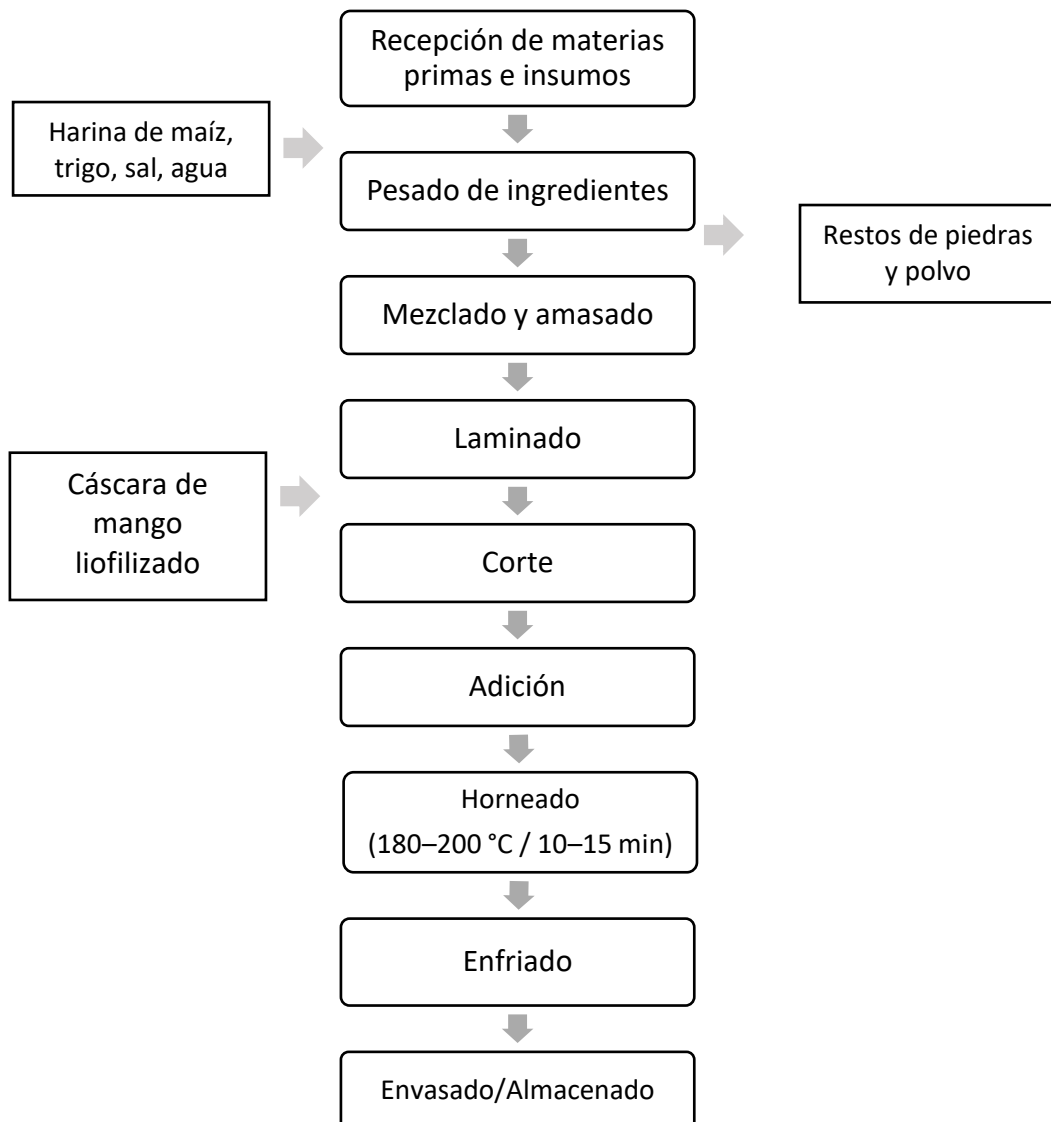
- Horno (gas o eléctrico de convección)
- Balanza electrónica (precisión mínima 0,01 g)
- Laminadora o rodillo manual
- Bandejas de acero inoxidable para horneado y enfriado
- Rejillas metálicas para enfriamiento
- Selladora térmica para empaque

### Equipos de protección personal

- Mandil
- Guantes de látex
- Cofia
- Mascarilla de protección respiratoria

#### 3.2.4.2 Métodos y técnicas

**Ilustración 5 Diagrama de flujo de los procesos para la elaboración de totopos de maíz**



## **A. Descripción del proceso de elaboración de totopos de maíz**

### **i. Recepción de materias primas**

Se obtuvo la harina de maíz, harina de trigo, agua, sal y la cáscara de mango previamente liofilizada.

### **ii. Pesado de ingredientes**

Se pesó los insumos según la formulación para asegurar uniformidad en el producto.

### **iii. Mezclado y amasado**

Se mezcló la harina de trigo y maíz junto con el agua y sal, hasta obtener una masa homogénea y plástica.

### **iv. Laminado**

La masa se extendió en láminas delgadas (1–2 mm) adecuadas para horneado.

### **v. Corte**

Se cortó las láminas en triángulos u otras formas de totopos.

### **vi. Adición**

Antes de hornear, se colocó pequeñas tiras de cáscara de mango sobre cada pieza, aportando antioxidantes.

### **vii. Horneado**

Su cocción fue en horno a 180–200 °C durante 10–15 minutos hasta obtener textura crocante y color característico.

### **viii. Enfriado**

Se enfriaron en ambiente controlado para evitar condensación y pérdida de textura.

### **ix. Envasado y almacenado**

Se envasó en bolsas herméticas con barrera a la humedad y al oxígeno. En un lugar fresco y seco, para ser el proceso de los análisis microbiológicos, y sensoriales.

## **3.2.5 Variables a evaluar**

### **3.2.5.1 Análisis sensorial**

Se evaluó los totopos de cada tratamiento mediante un panel conformado por 30 jueces no entrenados (consumidores habituales). Los catadores valoraron

los atributos de color, olor, sabor y textura empleando una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 corresponderá a “muy malo” y 5 a “muy bueno”. Los datos se registraron en el formato que se describe en el anexo 1.

### **3.2.5.2 Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante del tratamiento con mayor aceptación sensorial se determinó en laboratorio acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 reconocida por el INEN, empleando los métodos espectrofotométricos DPPH (NTE INEN/ISO 14502-1 como referencia para extractos vegetales) y ABTS/TEAC, ampliamente validados para alimentos. Para ello, se preparó un extracto hidroalcohólico de los totopos molidos, el cual se mezcló con la solución radical correspondiente; después del tiempo de incubación establecido, se registró la disminución de absorbancia en un espectrofotómetro UV-Vis a 515 nm (DPPH) y 734 nm (ABTS).

Los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol}$  equivalentes de Trolox por gramo de muestra ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) y, adicionalmente, como porcentaje de inhibición radicalaria en el caso del DPPH. Todos los ensayos se realizaron por triplicado, aplicando curvas de calibración de Trolox y controles de calidad internos, conforme a los criterios de validación exigidos por un laboratorio certificado.

### **3.2.5.3 Tiempo de vida útil**

El análisis de vida útil se realizó en un tiempo estimado de 15 y 30 días al tratamiento ganador, los parámetros a medir fueron mohos, levaduras y coliformes totales.

#### **3.2.2.1 Procedimiento para mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10:2013)**

Debido a la rápida sedimentación de las esporas en la pipeta, mantener la pipeta en una posición horizontal (no vertical) posicionarse cuando se llena con el volumen apropiado de la suspensión inicial y diluciones. Agitar la suspensión inicial y diluciones con el fin de evitar la sedimentación de microorganismo que contienen partículas.

#### **3.2.2.2 Inoculación e incubación.**

Sobre una placa de agar previamente fundido, utilizando una pipeta estéril, transferir 0,1 ml de la muestra si es líquido, o 0,1 ml de la suspensión inicial en el caso de otros productos. Sobre una segunda placa de agar, utilizando una pipeta estéril fresco, transferir 0,1 ml de la dilución decimal primera (10-1) dilución (producto líquido), o 0,1 ml de la dilución 10-2 (otros productos). Para facilitar el recuento de bajas poblaciones de levaduras y mohos, los volúmenes pueden llegar hasta 0,3 ml de una dilución 10-1 de muestra, o de la muestra de prueba, si es líquido, puede ser extendido en tres placas. Repetir estas operaciones con diluciones posteriores, utilizando una pipeta estéril nueva para cada dilución decimal. Si se sospecha un rápido crecimiento de mohos se sospecha, extender el líquido sobre la superficie de la placa de agar con un esparcidor estéril hasta que el líquido se encuentre completamente absorbido en el medio.

También se inoculan las placas por el método de vertido, pero en este caso la equivalencia de los resultados será validados en comparación con la inoculación en superficie, además la discriminación y la diferenciación de los mohos y levaduras no son admisibles. El método de difusión en la superficie puede dar mayor enumeración. La técnica de propagación de placa facilita la máxima exposición de las células al oxígeno atmosférico y evita cualquier riesgo de inactivación térmica de los propágulos fúngicos. Los resultados pueden depender del tipo de hongos.

Incubar las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 5 días. Si es necesario, deje las placas de agar de pie con luz natural difusa durante 1 día a 2 días. Se recomienda incubar las placas en una bolsa de plástico abierta con el fin de no contaminar la incubadora en el caso de la difusión de los mohos de los platos.

### ***3.2.2.3 Método de detección de coliformes***

Agregar 1ml. de suspensión inicial a 9ml. de caldo lauril sulfato (medio de enriquecimiento selectivo) de concentración simple o 10ml. de suspensión inicial a 10ml. de caldo lauril sulfato de concentración doble.

Incubar los tubos a  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24 h, si no se observa opacidad ni producción de gas incubar hasta  $48\text{ h} \pm 2\text{ h}$ .

Los tubos que presentaron opacidad o presencia de gas se deben subcultivar, inoculando con un asa de muestreo a un tubo que contiene Caldo EC (medio líquido selectivo) e incubarlos en el baño de agua (4.3.3) o en la incubadora (4.3.2) a 44 °C por 24 h  $\pm$  2 h. Si no se observa la presencia de gas extender la incubación hasta 48 h  $\pm$  2 h

### **3.2.3 Análisis estadístico**

La valoración estadística de las variables se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos. En caso de encontrarse estas diferencias, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey, al 5 % de probabilidad de error tipo I. El análisis se procesará en el software estadístico InfoStat, versión estudiantil. El modelo de ANOVA a utilizarse, según el diseño experimental definido, se detalla en la tabla 11.

**Tabla 11 Modelo para análisis de varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total (tr-1)	89
Tratamientos (t-1)	2
Repeticiones (jueces) (r-1)	29
Error experimental (t-1)(r-1)	58

**Elaborado por: La Autora, 2026**

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análisis de los totopos de maíz horneados con cáscara de mango liofilizado mediante características de grasa total, índice de peróxido y actividad antioxidante DPPH

Tabla 12 Análisis fisicoquímicos del producto final

PARAMETROS	METODOS	RESULTADOS	UNID
<b>Grasa Total</b>	Folch Modificado (Gravimetría)	24,12	%
<b>Índice de Peróxido</b>	AOAC 965.33 (Volumetría)	12,29	MeqO <sub>2</sub> /Kg
<b>Actividad Antioxidante DPPH (IC50)</b>	DPPH Method (Espectrofotometría)	3,91 IC50	mg/L
		<b>Ac. Gálico</b>	
		1,10	
		IC50	mg/L
		<b>Ac. Ascórbico</b>	

**Nota: Los valores detallados son por cada 50 g de muestra.**

**Elaborado por: La Autora, 2026.**

Los totopos de maíz horneados con adición de harina de cáscara de mango liofilizada presentan un valor de Grasa Total de 24,12 cuyo valor está en un porcentaje aceptable según la Norma INEN 523 desarrollada para bocaditos de cereales, cuyo valor máximo manifiesta ser 40. Con respecto a valor del índice de peróxido, los totopos de maíz presentan un valor de 12, 29, según la Norma INEN 277 para bocaditos de cereales, ésta manifiesta que el valor máximo está en 110, por lo tanto, está dentro del rango establecido. Y por último tenemos el análisis de la actividad antioxidante medida en base a dos componentes principales como son el ácido gálico cuyo valor está en 3,91 y también en el componente del ácido ascórbico cuyo valor está en 1,10 Se establece que estamos aplicando la Norma NTE INEN/ISO 14502-1. Aunque no hay un valor máximo permisible, es de entender que mientras exista mayor cantidad de antioxidantes en un valor

considerable, mayor será la capacidad antioxidante del producto, favoreciendo al mismo en el consumo de las personas.

Análisis sensorial de totopos de maíz horneado con harina de cáscara de mango liofilizado.

**Tabla 13 Datos del análisis sensorial de los tratamientos**

<b>FACTOR A (Mezcla de harina de maíz con harina de cáscara de mango liofilizado)</b>	<b>COLOR</b>	<b>OLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b>
A1 (N 70% + T 30%)	3,47 a	4,03 a	3,23 a	3,77 a
A2 (N 60% + T 40%)	3,63 a	3,87 a	3,07 a	3,67 a
A3 (N 50% + T 50%)	3,67 a	4,03 a	3,13 a	3,67 a
<b>CV (%)</b>	18,65	15,29	24,91	22,39

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

**Elaborado por: La Autora, 2026.**

El atributo color, según los resultados presentados en la tabla 5 y el análisis de varianza realizado con el análisis Tukey ( $p < 0.05$ ), el tratamiento 3 fue el que tiene un valor medio de aceptación más alto, obteniendo una puntuación de 3,67 en la evaluación del panel sensorial. En contraste, el tratamiento 1 tuvo un valor menor de aceptación, con una puntuación de 3,47, sin embargo, esto no demuestra existir una diferencia significativa respecto a los otros tratamientos. El coeficiente de variación para este atributo fue de 25,89.

Los resultados del atributo olor, muestran que los tratamientos 1 y 3 tienen el valor más alto de aceptación, con un valor igual para los dos de 4,03, lo que se pensaría que existe una diferencia significativa con respecto al tratamiento 2. Sin embargo, estadísticamente no hay diferencia significativa. Concluimos entonces que para este atributo tampoco presenta diferencia significativa sus tratamientos. El coeficiente de variación para este atributo fue de 15,29.

De la misma forma los resultados del atributo sabor, muestran que el tratamiento 1 fue el de mayor aceptación, con un valor de 3,23, lo que representa

que aquí tampoco existe diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento 2 obtuvo el valor más bajo (3,07), en comparación con el tratamiento mejor evaluado y considerando que el tratamiento 3 es algo superior al menos valorado. El coeficiente de variación para este atributo fue de 24,91.

El atributo de textura evidenció que el tratamiento 1 resultó el de mayor aceptación, con una puntuación de 3,77, pero que no representa una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, los otros tratamientos presentaron valores inferiores, pero que estadísticamente no tienen diferencias significativas respecto al tratamiento 1 (T1), cuyo valor es igual para los tratamientos 2 y 3 con una media de 3,67. El coeficiente de variación para este atributo fue de 22,39.

Debido a que el p-valor es mayor a 0,05 todos los tratamientos no tienen significancia y estadísticamente todos los tratamientos son iguales y se puede elegir el mejor tratamiento considerando otro parámetro que satisfaga la electividad de uno en particular.

Se podría mencionar que las letras también representan diferencias significativas de los tratamientos y entre tratamientos, es por eso que en la tabla observamos que todos los tratamientos en sus atributos presentan solo una letra en común que es la (a).

#### **4.2 Tiempo de vida útil mediante el análisis microbiológico (mohos, levaduras y aerobios mesófilos) al producto final a los 30 y 60 días**

**Tabla 14 Vida útil del producto final**

<b>Parámetros</b>	<b>Tiempo: 0 días</b>	<b>Tiempo: 15 días</b>	<b>Tiempo: 30 días</b>	<b>UNIDAD</b>
<b><i>Coliformes fecales</i></b>	No se realizó	< 10	< 10	UFC/g
<b><i>Levaduras y mohos</i></b>	No se realizó	<10	<10	UFC/g

**Nota: Datos de días estimados de vida útil de los totopos de maíz  
Elaborado por: La Autora, 2026.**

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla 14, se observa que los totopos no mostraron crecimiento de microorganismos (coliformes fecales, mohos y levaduras) durante los primeros 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25 °C). De acuerdo con la norma INEN 2085:2005 para bocaditos de cereales, el contenido de mohos y levaduras en productos alimenticios debe ser inferior a 100 UFC/g para garantizar su seguridad y calidad. Por lo tanto, el producto es apto para el consumo hasta los 30 días después de su elaboración.

## 5 DISCUSIÓN

La evaluación sensorial de los totopos de maíz horneados con la adición de harina de cascara de mango liofilizado mostró una respuesta positiva en todos los tratamientos (30%, 40% y 50% harina de cascara de mango liofilizado) en cuanto a su aceptación. Es decir que los tres tratamientos fueron aceptados en todos los atributos: color, olor, sabor y textura, la diferencia entre cada tratamiento existe numéricamente, sin embargo, no tiene significancia estadísticamente hablando. Además, las evaluaciones fueron mayoritariamente favorables y consistentes, con el producto (totopos de maíz con cascara de mango liofilizada) siendo ampliamente aceptada y calificada como "muy agradable", según los valores de los jueces, resultados que coinciden con lo expresado por Elizari Vidaure Adrián (2019), quien afirma mediante su investigación desarrolló de un snack horneado sin gluten con harinas de maíz, quinoa y arroz con unas propiedades físicas adecuadas y una calidad organoléptica aceptable, que para obtener una textura agradable al consumidor final, manifiesta que el 50% es el más aceptado.

Ligua (2021) quién realizó una galleta con mezcla de harina de trigo (50%) y harina de naranja de bagazo (50%), afirma mediante su investigación que el panel sensorial no mostró rechazo hacia estos subproductos como son las cascara de la fruta o sus remanentes, concluyendo que la harina de los mismos mejora significativamente los atributos sensoriales de la galleta. Aseveración que se comprueba con la actual investigación, debido a que el panel sensorial mostro significativa aceptación de la galleta con harina de cascara de maracuyá (25%), dejando en segundo lugar al testigo con 100% harina de trigo.

Los totopos de maíz con cáscara de mango liofilizado presentaron los siguientes valores nutricionales: grasa total 24,12% índice de peróxido, 12,29 MeqO<sub>2</sub>/Kg. La grasa indica que está dentro de los límites permitidos según la norma INEN 616:2015, la misma que determina un valor máximo de 40 en bocaditos de cereales que es la norma que más se ajusta al producto elaborado. Con respecto al índice de peróxido, este determina el grado de oxidación, dicho en otras palabras, el estado fresco del producto, cuyo valor está dentro del parámetro que es menor a 25 considerado fresco. Hay que agregar que no hay una norma específica para este tipo de productos y es así que no hay valores máximos ni mínimos como para poder considerarlos de forma efectivas favorables o desfavorables para el

consumo, sin embargo, los valores del Codex Alimentarius puede reflejar un criterio muy válido para ser considerado.

Amador (2015), realiza un estudio titulado “Desarrollo y evaluación alimentaria y funcional de totopos adicionados con huitlacoche” en donde analizó el efecto de la adición del 0, 3, 6, 9, 12, 15 y 18% de pasta de huitlacoche (HP) al procesamiento de totopos de maíz azul nixtamalizado, y su posible influencia en los parámetros fisicoquímicos, funcionales y estructurales de masas y totopos horneados. Este estudio manifiesta el incremento de compuestos fenólicos. Detallando sus resultados manifiesta que el HP incrementó significativamente el contenido de fenólicos solubles en los totopos horneados ( $P < 0.05$ ). TC mostró incrementos de 17.5 a 36.1 mg EAG/100 g de muestra; TX aumentó de 23.2 a 36.8 mg EAG/100 g de muestra. La capacidad antioxidante de TC y TX aumentó a medida que se añadió el HP, mostrando valores de 6.74 a 7.98  $\mu\text{mol ET/g}$  muestra a las adiciones de 0, 3, 6 y 9%, respectivamente. Notamos que a medida que incrementa el huitlacoche, aumenta los compuestos fenólicos. De igual manera, aunque en nuestro estudio determinamos que no hay diferencia entre tratamientos, también notamos que los resultados de la capacidad antioxidante presentan valores relativos de importancia y a su vez hay que acotar que se está analizando el mismo compuesto que es el ácido gálico como poder antioxidante

En cuanto al contenido graso de nuestro estudio que está en un rango medio permitido, es el adecuado para este tipo de productos, se lo menciona para poderlo comparar con el estudio de Párraga Orellana, A. M., Mero Aguinda, P. A., y Soto Velásquez, M. A. (2023). Aprovechamiento de harina de raquis de maíz (*Zea Mays*) en la elaboración de Totopos, dicha investigación se realizó con el objetivo de aprovechar la harina del raquis de maíz para elaboración de un snack (totopos). Se evaluaron porcentajes de adición de harina de raquis de maíz (0, 1, 4, 7 y 10) % en la formulación para T1, T2, T3, T4 y T5. Las variables medidas fueron parámetros sensoriales (color, olor, sabor y textura), fisicoquímicos (pH y acidez) y propiedades bromatológicas (grasa, fibra, proteína y ceniza). Los mejores resultados bromatológico son para T1, T2 y T3 con un contenido de grasa de 18,43 % a 23,01%, fibra 2,66 % a 4 %, ceniza 3,47 % a 3,11 % y humedad 8,58 % a 13,31 %) estos resultados son equiparables a lo establecido en la norma INEN 2 561 para bocaditos de productos vegetales que fija un contenido máximo de grasa del 40%;

fibra 2,66% a 3,55%, proteína 2% a 3,0% y ceniza 2,5% a 2,9%. Se hace relación con la grasa ya que es el parámetro bromatológico que destaca en nuestra investigación, si bien el estudio de Párraga obtiene un producto con grasa del valor máximo permitido que es del 40% que no especifica si es grasa total como es el caso de nuestro estudio.

Morales Martínez, (2020) examinó la vida útil y estabilidad funcional de totopos de maíz, elaborados con una mezcla de harina nixtamalizada de maíz y salvado de arroz en proporción 70:30. El estudio tuvo como objetivo principal determinar cómo variables críticas de calidad como la humedad, actividad de agua, color, textura, perfil de ácidos grasos, índice de peróxidos y capacidad antioxidante total (CAT) se comportan durante almacenamiento acelerado a 25 °C, 30 °C y 45 °C, permitiendo estimar su vida útil y resistencia funcional bajo condiciones adversas. Los hallazgos revelan que los totopos presentan una vida útil estimada de hasta 172 días a 25 °C, mientras que a 45 °C, esta estimación disminuye dramáticamente a 25 días, reflejando una alta sensibilidad del producto a temperaturas elevadas. Además, se identificó que los totopos fritos exhiben niveles significativamente más altos de oxidación lipídica en comparación con los horneados, lo que indica una menor estabilidad en condiciones de grasa expuesta. Esta investigación expuesta tiene mucha relación con la que nosotros hemos aplicado para los totopos de maíz, ya que manifiesta por un lado la vida útil que puede durar más de 5 meses a una temperatura ambiente promedio de 25°C, la nuestra lo hicimos a 30 días con resultado satisfactorio. También realiza la medición de índice de peróxidos, concluyendo que la fritura oxida más rápido que el horneado, justamente debido a esto se escogió para nuestra investigación el horneado, aparte que se presentaba el proceso de liofilización que por sí solo permite una conservación de nutrientes efectiva.

## 6 CONCLUSIONES

Con respecto al primer objetivo específico, que manifiesta realizar un análisis sensorial a cada uno de los tratamientos mediante una escala hedónica se concluye que mediante la aplicación de los tres tratamientos aplicados no tienen significancia en cuanto a la elección de los atributos de color, olor, sabor y textura. Es decir, se podría escoger cualquiera de los tres para su análisis posterior, es por eso que se escogió el tratamiento 2 (maíz 60% + cascara de mango 40%). Podemos agregar que se puede escoger otro atributo aparte del sensorial para escoger el mejor tratamiento.

En relación con el segundo objetivo específico, el cual manifiesta determinar la presencia de la capacidad antioxidante mediante el método basados en la captura de radicales como DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) al tratamiento con mayor aceptación sensorial, se evidencia el cumplimiento con un valor de 3,91 para la presencia de Acido Gálico y 1,10 de ácido ascórbico obtenido del reporte del Laboratorio externo UBA, que claramente se deduce que la cáscara de mango aporta una capacidad antioxidante, que de por hecho se da que el proceso de liofilización, permite conservar los nutrientes en un % muy alto.

Por último, al cumplir con el tercer objetivo específico, que manifiesta: caracterizar la vida útil del producto mediante análisis microbiológico de mohos, levaduras y coliformes a los 15 y 30 días, a la formulación de mayor aceptación sensorial, se concluye que los totopos elaborados con el tratamiento mejor evaluado sensorialmente presentaron recuentos microbiológicos inferiores a 10 UFC/g para mohos, levaduras y coliformes durante los 15 y 30 días de almacenamiento. Por lo tanto, el producto es microbiológicamente seguro y cumple con los límites establecidos en la norma NTE INEN 2085:2005 que nos dice que se permite hasta <100 UFC/g. Esto garantiza una vida útil mínima de 30 días a temperatura ambiente.

## 7 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados de la presente investigación, se puede recomendar utilizar más a menudo la cáscara de mango como materia prima alternativa en la industria alimentaria. A su vez también se recomienda que se le aplique el proceso de liofilización, que se ha comprobado que su aporte antioxidante se mantiene.

Otra recomendación es utilizar la cáscara del mango liofilizado en otro tipo de productos como galletas, pan y en todos aquellos en los cuales se preparen a base de harina.

Es crucial jugar con otros parámetros de investigación como son la temperatura de horneado, el tiempo de exposición, que deben relacionarse para determinar cuál influye en su elaboración, debido a que como en el presente estudio solo se consideró el porcentaje de mezcla con la cascara de mango.

También es necesario estudiar la vida útil a tiempos más largos como serían 60, 90 y 120 días, ya que otras investigaciones similares determinan que su conservación si es posible.

Aplicar otros parámetros bromatológicos de su composición como sería proteína, fibra, vitaminas y minerales para determinar una calidad superior de calidad nutricional que seguro podría ser muy positivo.

Se recomienda utilizar otras variedades de mango que existen en nuestro país y por ende pueden significar otras respuestas experimentales de acuerdo a la composición que presenten cada uno de ellos

Finalmente, se recomienda ampliar el alcance de futuras investigaciones aplicando la harina de cáscara de mango en otros productos de panadería y repostería, como panes, muffins o barras nutritivas. También sería útil en formulaciones sin gluten para personas con necesidades dietéticas específicas.

## 8 BIBLIOGRAFIA


- Maldonado Celis, M. E., Yahia , E., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., . . . Guerrero Ospina , J. C. (2019). Composición química del fruto del mango ( *Mangifera indica* L.): compuestos nutricionales y fitoquímicos. *Frontiers in Plant Science*.
- Arqueros Gómez, S. (2020). UVA. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/42513>
- Bolaños, J. (2022). *Normativa sobre Seguridad y Salud en el Trabajo en el sector agrícola*. Obtenido de Ministerio del Trabajo: <https://www.trabajo.gob.ec>
- Corea Ventura, P. F., & Bernárdez Morales, G. M. (2021). *Desarrollo de snacks horneados a base de harina de maíz (Zea mays) con sustitución de harina de grillo (Acheta domesticus) y puré de cáscara de zanahoria (Daucus carota)*. Honduras.
- FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de FAO buenas prácticas agrícolas y seguridad: <https://www.fao.org>
- Farmaceutica. (2010). *Univer de antioquia*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1976/1/AGI-2004-T026.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. (s.f.). Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): <https://www.fao.org/4/t0395s/t0395s03.htm>
- Hirneisen , A., & McGeehan, N. (4 de Junio de 2024). *PennState Extension*. Obtenido de PennState Extension: <https://extension.psu.edu/vamos-a-conservar-alimentos-la-liofilizacion>
- INEC. (2020). *Encuesta nacional de empleo desempleo y subempleo*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- INEC. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 060: Bocaditos (Resolución N° 11374-2012)*. Ministerio de Industrias y Productividad. Recuperado de ALADI.
- Jaime, B. (2022). *Normativa sobre Seguridad y Salud en el Trabajo en el sector agrícola*. Ecuador: Ministerio del trabajo. Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec>
- Martínez, J. A., Fajardo, A. G., Esquivel, J. S., González, D. M., Prieto, Á. G., & Rincón, D. (2020). *Manejo integrado del cultivo de mango*.
- Miranda Lasprilla, D. (2021). *Mango (Mangifera indica L.)*. Bogotá.
- Morales Martinez, L. E. (2020). *Evaluacion de la vida util de totopos de maiz con salvado de arroz*. Morelos.
- Muñoz, R. (2019). Gestión de la seguridad laboral en entornos rurales. Ecuador: Revista Salud y Trabajo .
- OIT. (2021). *Seguridad y salud en la agricultura*. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: <https://www.ilo.org>
- Paredes, (. &. (2022). Análisis de riesgos en unidades productivas agrícolas. En M. Gonzalez, *Revista Agroambiente*. Ecuador .
- Serrano, D. (18 de Enero de 2022). *bonviveur*. Obtenido de bonviveur: <https://www.bonviveur.es/recetas/totopos>
- Shamirian, L. (2 de Agosto de 2023). *bonviveur*. Obtenido de bonviveur: <https://www.bonviveur.es/gastroteca/maiz>
- Tipiana Espino, R. N., & Torres Valenzuela, Y. (2014). *Efectos del procesamiento de liofilizacion en variedades de mango sobre la composicion y la capacidad antioxidante*. Perú.

Urango, L. A. (2018). Componentes del maíz en la nutrición humana. *Algunos componentes generales, particulares y singulares del maíz en Colombia y México*, 185-209.

## 9 ANEXOS

### ANEXO 1 Escala hedónica para análisis sensorial.

 <b>UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b> <b>CARRERA AGROINDUSTRIA</b>																
Adjunto a la presente boleta se le entregará 3 muestras las cuales deberá valorar cada parámetro según la escala que se presenta a continuación:																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Valoración Numérica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy bueno</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Me gusta</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Me gusta poco</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>No me gusta</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Muy malo</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Categoría	Valoración Numérica	Muy bueno	5	Me gusta	4	Me gusta poco	3	No me gusta	2	Muy malo	1			
Categoría	Valoración Numérica															
Muy bueno	5															
Me gusta	4															
Me gusta poco	3															
No me gusta	2															
Muy malo	1															
INDIQUE CON UNA ( X ) SEGÚN SU CRITERIO EN LOS ESPACIOS INDICADOS																
ATRIBUTOS	V.N.	T1	T2	T3												
COLOR	5															
	4															
	3															
	2															
	1															
OLOR	5															
	4															
	3															
	2															
	1															
SABOR	5															
	4															
	3															
	2															
	1															
TEXTURA	5															
	4															
	3															
	2															
	1															

Elaborado por: La Autora, 2026

## ANEXO 2 Valores numéricos del Análisis Sensorial

Tratamientos	Factor A (Mezcla Cascara de mango liofilizada + harina de maíz)	Juez	Color	Olor	Sabor	Textura
T1	A1 (N 70% + T 30%)	1	5	5	5	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	2	2	3	4	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	3	4	5	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	4	1	3	2	1
T1	A1 (N 70% + T 30%)	5	3	4	3	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	6	3	3	3	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	7	3	5	2	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	8	3	5	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	9	5	5	4	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	10	4	5	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	11	3	3	2	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	12	3	3	3	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	13	3	3	2	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	14	2	3	3	2
T1	A1 (N 70% + T 30%)	15	4	4	2	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	16	4	4	1	2
T1	A1 (N 70% + T 30%)	17	3	3	3	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	18	3	4	2	3
T1	A1 (N 70% + T 30%)	19	3	4	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	20	4	5	5	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	21	5	5	4	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	22	4	5	4	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	23	4	5	4	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	24	5	5	4	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	25	4	4	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	26	3	5	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	27	4	3	3	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	28	4	3	4	4
T1	A1 (N 70% + T 30%)	29	3	3	5	5
T1	A1 (N 70% + T 30%)	30	3	4	5	5
T2	A2 (N 60% + T 40%)	1	4	4	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	2	2	2	2	2
T2	A2 (N 60% + T 40%)	3	4	4	2	5
T2	A2 (N 60% + T 40%)	4	3	4	1	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	5	4	4	3	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	6	4	4	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	7	4	4	2	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	8	3	5	3	2

T2	A2 (N 60% + T 40%)	9	5	5	4	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	10	2	5	2	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	11	3	3	3	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	12	3	4	3	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	13	3	4	2	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	14	3	3	3	2
T2	A2 (N 60% + T 40%)	15	5	4	2	5
T2	A2 (N 60% + T 40%)	16	4	4	1	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	17	4	2	3	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	18	3	3	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	19	2	3	1	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	20	4	3	3	3
T2	A2 (N 60% + T 40%)	21	3	4	3	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	22	5	5	5	5
T2	A2 (N 60% + T 40%)	23	4	5	5	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	24	5	5	5	5
T2	A2 (N 60% + T 40%)	25	4	4	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	26	4	5	2	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	27	3	3	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	28	4	3	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	29	4	4	4	4
T2	A2 (N 60% + T 40%)	30	4	4	4	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	1	5	5	5	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	2	1	1	1	1
T3	A3 (N 50% + T 50%)	3	2	3	2	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	4	3	3	2	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	5	4	4	3	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	6	5	5	5	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	7	3	5	1	1
T3	A3 (N 50% + T 50%)	8	3	5	2	2
T3	A3 (N 50% + T 50%)	9	5	5	3	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	10	3	5	1	2
T3	A3 (N 50% + T 50%)	11	4	3	4	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	12	4	5	5	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	13	2	4	2	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	14	3	3	3	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	15	4	5	3	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	16	4	4	1	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	17	3	3	4	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	18	4	3	1	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	19	4	4	3	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	20	4	4	4	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	21	3	3	3	4

T3	A3 (N 50% + T 50%)	22	4	4	4	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	23	4	5	5	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	24	5	5	5	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	25	4	4	4	3
T3	A3 (N 50% + T 50%)	26	4	5	2	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	27	3	3	3	4
T3	A3 (N 50% + T 50%)	28	5	5	5	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	29	3	3	3	5
T3	A3 (N 50% + T 50%)	30	5	5	5	5

## ANEXO 3 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES

### Análisis de la varianza

#### Color

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color	90	0,66	0,47	18,65

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,81	31	1,61	3,59	<0,0001
Tratamientos	0,69	2	0,34	0,77	0,4681
Panelistas	49,12	29	1,69	3,78	<0,0001
Error	25,98	58	0,45		
Total	75,79	89			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41564

Error: 0,4479 gl: 58

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	3,67	30	0,12 A
T2	3,63	30	0,12 A
T1	3,47	30	0,12 A

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

#### Olor

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Olor	90	0,72	0,57	15,29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,51	31	1,76	4,76	<0,0001
Tratamientos	0,56	2	0,28	0,75	0,4763
Panelistas	53,96	29	1,86	5,03	<0,0001
Error	21,44	58	0,37		
Total	75,96	89			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37763

Error: 0,3697 gl: 58

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	4,03	30	0,11 A
T3	4,03	30	0,11 A
T2	3,87	30	0,11 A

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

#### Sabor

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sabor	90	0,72	0,58	24,91

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	93,54	31	3,02	4,92	<0,0001
Tratamientos	0,42	2	0,21	0,34	0,7103
Panelistas	93,12	29	3,21	5,23	<0,0001
Error	35,58	58	0,61		
Total	129,12	89			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48641**

Error: 0,6134 gl: 58

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	3,23	30	0,14	A
T3	3,13	30	0,14	A
T2	3,07	30	0,14	A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Textura	90	0,56	0,33	22,39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,10	31	1,65	2,40	0,0020
Tratamientos	0,20	2	0,10	0,15	0,8647
Panelistas	50,90	29	1,76	2,56	0,0012
Error	39,80	58	0,69		
Total	90,90	89			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51446**

Error: 0,6862 gl: 58

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	3,77	30	0,15	A
T3	3,67	30	0,15	A
T2	3,67	30	0,15	A

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

**ANEXO 4 IMÁGENES DE LA ELABORACION DEL PRODUCTO**

Imagen 1.- Mango recién cosechado variedad Tommy Atkins



Imagen 2.- Mango en solución de ácido cítrico para su desinfección



Imagen 3.- Mango listo para su proceso de pelado



Imagen 4.- Materia prima e ingredientes para las pruebas preliminares del tratamiento 1 escogido al azar



Imagen 5.- Tesista en el proceso de pelado del mango con la indumentaria adecuada cuidando la asepsia



Imagen 6.- Tesista en el proceso de corte de los totopos con la figura adecuada



Imagen 7.- Pesado de la cascara de mango en una balanza gramera digital



Imagen 8.- Pesado de la masa del Totopo antes de su troquelado y posterior horneado



Imagen 9.- Pesado de la harina de maíz



Imagen 10.- Pesado de la mezcla de harina de maíz y la cascara de mango liofilizada triturada hasta tamaño de partícula de harina



Imagen 11.- Pesado de la sal



Imagen 12.- Pesado de la grasa vegetal



Imagen 13.- Pesado de la harina de trigo



Imagen 14.- Pesado del huevo batido



Imagen 15.- Cáscara de mango lista en bandejas para ingresar al liofilizador



Imagen 16.- Bandejas de mango en el liofilizador antes de iniciar el proceso



Imagen 17.- Panel de control del liofilizador



Imagen 18.- Cáscaras de mango liofilizadas una vez terminado el proceso



Imagen 19.- Cáscaras de mango liofilizadas listas para ser empacadas en fundas de aluminio de alta densidad



Imagen 20.- Horno semiindustrial de dos bandejas para el horneado de los totopos de maíz con cascara de mango liofilizado



Imagen 21.- Troquelado de los totopos de maíz antes del horneado



Imagen 22.- Totopos de maíz listos para el horneado



Imagen 23.- Totopos de maíz en el horno



Imagen 24.- Totopos de maíz después del horneado



Imagen 25.- Degustación de los totopos de maíz por los catadores no entrenados en el análisis sensorial



Imagen 26.- Comentarios acerca del análisis sensorial una vez degustados el producto con buenos comentarios acerca de los atributos sensoriales.



Imagen 27.- Liofilizador semi-industrial utilizado para la liofilización de la cáscara de mango



Imagen 28.- Liofilizador semi-industrial de cuatro bandejas con vista panorámica utilizado para la liofilización de la cáscara

## ANEXO 5 Resultados de los análisis del Laboratorio externo (UBA)



**ANALYTICAL LABORATORIES**  
TESTING & CONSULTING

**INFORME DE RESULTADOS**  
**IDR 40872-2026**

Fecha: 10 de febrero del 2026

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	JIMENEZ SANCHEZ ESTEFANIA NICOLE					
Dirección	Milagro - San Francisco					
Teléfono	0961630200					
Contacto						
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Totopos de maíz horneados	Cantidad	Aprox. 50 gr			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica	Fecha de recepción	05 de febrero del 2026			
Colecta de muestra	Realizado por el Cliente	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	22.5	Humedad (%)	57.0			
Fecha de inicio de Análisis	06 de febrero del 2026					
Fecha de Finalización del análisis	06 de febrero del 2026					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidades	Limite de cuantificación
Totopos de maíz horneados con cascara de mango liofilizada	UBA-40872-1	Grasa total	Fajch Modificado (Gravimetría)	24.12	%	-
		Índice de Peróxido	AOAC 955.33 (Volumetría)	12.28	MeqO <sub>2</sub> /Kg	-
		Actividad Antioxidante DPPH (IC50)	(DPPH Method) (Espectrofotometría)	3.91 IC50 (Ac Gálico)	mg/L	-
				1.10 IC50 (Ac Ascórbico)	mg/L	
<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.</li> <li>Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.</li> <li>Nomenclatura: N.D. = No Detectable; LT. = Lípidos Totales; FAME's: Esteres metílicos de Ácidos Grasos.</li> <li>La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.</li> </ol>						

**FOR ADM. 04 R01**

LABORATORIO ANALITICO DE CALIDAD

Av. Caracas, Torre Sur, UBA, 22104 Milagro, Ecuador

Tel: +593 9 61630200

Correo: info@uba-lab.com

www.uba-lab.com

Página 1 de 1



Av. Caracas, Torre Sur, UBA, 22104 Milagro, Ecuador

Comunicación: 09 61630200 - 09 61630201

Correo: info@uba-lab.com

www.uba-lab.com



**ANALYTICAL  
LABORATORIES**  
TESTING & CONSULTING

**INFORME DE RESULTADOS**  
**IDR 40877-2026**

Fecha: 02 de marzo del 2026

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	JIMENEZ SANCHEZ ESTEFANIA NICOLE					
Dirección	Málaga - San Francisco					
Teléfono	0981330200					
Contacto	-					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Tolopos de maíz horneados	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=2)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica	Fecha de recepción	06 de febrero del 2026			
Colecta de muestra	Realizado por el Cliente	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	21.4	Humedad (%)	60.4			
Fecha de Inicio de Análisis	06 de febrero del 2026					
Fecha de Finalización del análisis	27 de febrero del 2026					
RESULTADOS						
FICHA DE ESTABILIDAD (NATURAL)						
Temperatura: 30 ± 2 °C			Humedad: 70 ± 5 %			
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADO T16	RESULTADO T30	Unidades
Tolopos de maíz horneados F Elab.: 23-Ene-2026	UBA-40875-1	Coliformes Fecales	BAM-FOA CAP #4 2002 (Recuento en Placa)	<10	<10	UFC/g
		Hongos y Levaduras	INEN 1528-10 1995 (Recuento en placas)	<10	<10	UFC/g
<b>Observaciones:</b>						
1. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; L.T. = Lípidos Totales; FAME's = Esteres metílicos de Ácidos Grasos.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

FOR ADM. 04 R01

UBA ANALYTICAL LABORATORIES  
TESTING & CONSULTING

Página 1 de 1



**THE BIZZ**

No. Calle 1, Plaza Carvajal, Caba, La Habana, Cuba. Teléfono: 0981330200. Correo electrónico: info@uba-lab.com  
Calle 101, No. 20, C. 10, Miramar, Ciudad de La Habana, Cuba. Teléfono: 0981330200. Correo electrónico: info@uba-lab.com  
Calle 101, No. 20, C. 10, Miramar, Ciudad de La Habana, Cuba. Teléfono: 0981330200. Correo electrónico: info@uba-lab.com

www.uba-lab.com

## ANEXO 6 Imágenes de la materia prima e ingredientes



Imagen 29.- Árbol de mango



Imagen 30.- Propiedades del mango

Valor nutricional del mango en 100 gr.	
Agua	81.8
Carbohidratos	16.4
Fibra	0.7
Vitamina A (UI)	1100
Ribgoflavina	0.07
Proteína	0.5
Acido ascórbico(mg)	80
Fosforo( mg)	14
Calcio	10
Hierro	0.4
Tiamina (mg)	0.04
Grasa	0.1

Imagen 31.- Contenido nutricional del mango



Imagen 32.- Proceso de Liofilización



Imagen 33.- Diferencia entre deshidratado y liofilizado

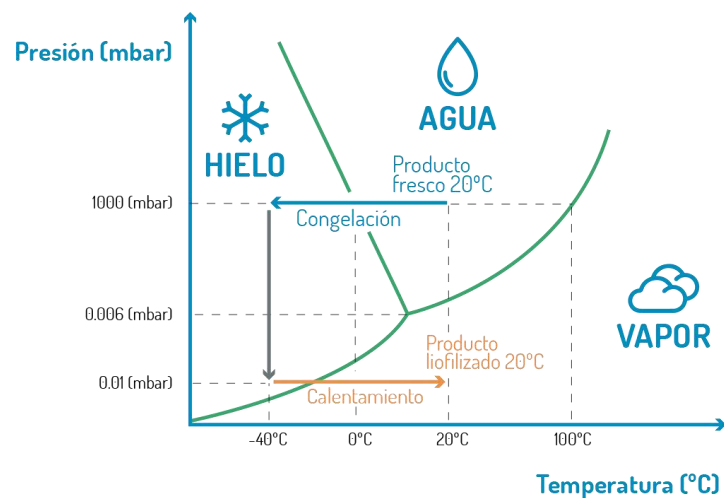


Imagen 33.- Deshidratación por liofilización