



Universidad para la Cooperación Internacional (UCI)
Facultad Una Salud
Maestría en Gerencia de Programas Sanitarios en
Inocuidad de Alimentos (MIA)

**“Desarrollo de harina de maíz (*Zea mays*) variedad Tizate,
para la elaboración de productos de repostería”**

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN GERENCIA
DE PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

MARIANA LUZ GUZMÁN CRUZ

SAN JOSÉ, COSTA RICA. C.A.

Marzo 2025



Hoja de aprobación

Este Proyecto de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos.

MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez

PROFESORA TUTORA

Ing. Javier Picado Elizondo MIA

PROFESOR LECTOR

Ing. Mariana Luz Guzmán Cruz

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios, por hacer posible este trabajo.

A mi familia: mi hijo Gonzalo por darme motivación, mi esposo Ever por ser quien me impulsó a estudiar esta maestría, además de participar y colaborar en todo el proceso de realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a Dios por todas sus bendiciones en mi vida, por darme salud y fortaleza.

Agradezco especialmente a la Organización de Estados Americanos (OEA) por la beca otorgada, que hizo posible mis estudios en esta maestría de la UCI.

Agradezco a la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) por haberme brindado la oportunidad de ampliar mis conocimientos en el campo de la Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos. Durante este tiempo de estudio, he adquirido herramientas valiosas que sin duda contribuirán a mi desarrollo profesional y a la mejora de la seguridad alimentaria.

Un agradecimiento especial a mi asesora de tesis, Ana Cecilia Segreda, por su orientación y valiosas sugerencias a lo largo de este proceso.

Agradezco al ingeniero Juan de Dios por su orientación y asesoría, así como a la Estación experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UES por haberme dado la oportunidad de realizar mi fase experimental en sus instalaciones.

Por último, agradezco a mi madre por transmitirme la receta artesanal del producto elaborado para dicha investigación.

Extiendo mi gratitud a todos los docentes que impartieron los diferentes módulos del programa. Sus conocimientos, experiencias y dedicación fueron clave en mi formación.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
RESUMEN EJECUTIVO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Antecedentes	14
1.1.1 Datos y cifras	14
1.2 Planteamiento del Problema.....	15
1.3 Justificación.....	16
1.4 Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 El maíz.....	19
2.1.1 Generalidades del Maíz.....	19
2.1.2 Maíz en El Salvador.....	19
2.1.3 Maíces Harinosos	20
2.2 Harinas de Maíz.....	21
2.2.1 Tipos.....	21
2.2.2 Harina de maíz nixtamalizado.....	21
2.2.3 Harina de maíz seca o cruda	22
2.2.4 La harina de maíz en los productos panaderos.....	22
2.3 Normas	22
2.3.1 Normas del Codex relacionadas con las harinas.....	22
2.3.2 Norma Salvadoreña Obligatoria	23
2.3.3 Norma Salvadoreña Obligatoria relativa a la panadería.....	23
2.3.4 Especificaciones Físico Químicas.....	24
2.4 ¿Qué es el gluten?.....	24
2.4.1 ¿Qué es la celiacía?	24
2.4.2 ¿Qué produce la celiacía?	25
2.5 Función de los Ingredientes en el pan.....	25

2.5.1 Harina	25
2.5.2 Crema.....	25
2.5.3 Azúcar	26
2.5.4 Manteca.....	26
2.5.5 Leche	26
2.5.6 Levadura.....	26
2.5.7 Polvo de Hornear	26
2.5.8 Vainilla artificial	27
3. METODOLOGÍA.....	28
3.1 Descripción del estudio	28
3.2 Materiales y equipos utilizados.	28
3.3 Elaboración y estandarización del proceso de harina de maíz Tizate.....	29
3.3.1 Recolección del maíz Tizate.....	29
3.3.2 Tueste del maíz.	30
3.3.3 Molienda de maíz.....	30
3.3.4 Tamizado de la harina	30
3.4 Formulación y evaluación del producto de repostería (salpores de maíz)	31
3.4.1 Proceso de elaboración.....	31
3.5 Análisis sensorial.....	32
3.5.1 Metodología Estadística.....	32
3.6 Análisis de laboratorio.....	33
3.7 Análisis económico.....	33
3.7.1 Análisis económico de harina de maíz.....	33
3.7.2 Análisis económico del salpor de maíz.....	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1 Resultados de la elaboración y estandarización del proceso de harina de maíz Tizate.	35
4.1.1 Descripción del flujograma de procesos para la elaboración de harina de maíz.....	38
4.2 Resultados de la elaboración del salpor de maíz.....	38
4.2.1 Descripción del flujograma de elaboración de salpor de maíz	40
4.3 Análisis sensoriales	41
4.3.1 Análisis descriptivos.....	41
4.3.2 Análisis Estadísticos	44
4.4 Análisis bromatológico.....	45
4.4.1 Humedad.....	45

4.4.2 Ceniza	46
4.4.3 Proteína Cruda	46
4.4.4 Extracto Etéreo	46
4.4.5 Fibra Cruda	47
4.4.6 Carbohidratos	47
4.4.7 Fósforo (P).....	47
4.4.8 Calcio (Ca).....	47
4.5 Análisis económico.....	48
4.5.1 Análisis económico de harina de maíz.....	48
4.5.2 Análisis económico de salpor de maíz	49
5. CONCLUSIONES	50
6. RECOMENDACIONES	52
7. BIBLIOGRAFÍA	54
8. ANEXOS	<u>6364</u>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características fisicoquímicas _____	24
Tabla 2: Ensayos realizados durante el tueste del maíz _____	35
Tabla 3: Pruebas preliminares analizando dos fórmulas y tres tiempos de reposo. ____	39
Tabla 4: Análisis descriptivos _____	42
Tabla 5: Prueba de Wilcoxon para la variable sabor. _____	44
Tabla 6: Prueba de Wilcoxon para la variable textura. _____	44
Tabla 7: Prueba de Wilcoxon para la variable aroma _____	44
Tabla 8: Prueba de Wilcoxon para la variable aceptabilidad general. _____	44
Tabla 9: Resultados de análisis bromatológico de harina. _____	45
Tabla 10: Costo de harina de maíz en USD _____	48
Tabla 11: Costos de salpores de maíz en USD _____	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Maíz criollo variedad Tizate crudo _____	29
Figura 2: Maíz criollo variedad Tizate tostado. _____	30
Figura 3: Harina de maíz criollo variedad Tizate. _____	31
Figura 4: Flujograma de proceso de elaboración de harina. _____	37
Figura 5: Flujograma de proceso de elaboración de salpor de maíz. _____	40
Figura 6: Gráfico radial análisis sensorial _____	43

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP:	Alta Calidad Proteica
°C:	Grados centígrados.
Ca:	Calcio.
CAGR:	Tasa de Crecimiento Anual Compuesta.
CENTA:	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
CO2:	Dióxido de carbono.
EC:	Enfermedad Celíaca.
EEP:	Estación Experimental y de Prácticas.
F1 y F2:	Fórmula 1 y Fórmula 2.
FAO:	Food and Agriculture Organization.
g:	gramo.
HLA:	Antígeno leucocitorio humano
IVA:	Impuesto al Valor Agregado.
mg:	miligramos.
NSO:	Norma Salvadoreña Obligatoria.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
P:	Fósforo.
UFC:	Unidades Formadoras de Colonias.
USD:	Dólar estadounidense.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Planta Procesadora de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Tuvo como objetivo el desarrollo de harina de maíz (*Zea mays* variedad Tizate), destinada a la elaboración de productos de repostería, considerando su calidad sensorial, valor nutricional, así como su viabilidad técnica y económica, tomando en cuenta un análisis de costos y procesos estandarizados. El desarrollo se llevó a cabo en tres fases principales. En la primera fase, se elaboró y estandarizó el proceso de producción de harina de maíz Tizate, asegurando la uniformidad y calidad del producto y se realizó un análisis bromatológico para conocer su valor nutricional, el cual evidenció un alto porcentaje de proteína (10,72%), carbohidratos con un 83% y una humedad de 3,48%. En la segunda fase, se formuló y evaluó un producto autóctono de repostería, el salpor de maíz, en donde se utilizaron dos fórmulas con variaciones en las cantidades de los ingredientes, las cuales fueron sometidas a un análisis sensorial con un panel de catadores no entrenados pero familiarizados con el producto tradicional, quienes evaluaron los atributos de sabor, textura, aroma y aceptación general, se utilizó una ficha de escala hedónica con escala de 1 a 9. Se realizó un análisis descriptivo con medias de dispersión y de tendencia central en donde, para los atributos sabor y aceptación general, la fórmula 1 presenta una media ligeramente superior a la fórmula 2, en cuanto a los atributos textura y aroma la diferencia en la media es muy pequeña (0,03 puntos), sugiriendo que, en promedio, la percepción de estos atributos es casi idéntica en ambas fórmulas. El análisis estadístico (medias y prueba de Wilcoxon) mostró que no hubo diferencias significativas en sabor y aceptación general, aunque sí en textura y aroma, favoreciendo a la fórmula 2. Finalmente, se determinaron los costos de producción tanto de la harina como del salpor. La harina tiene un costo de producción de USD 1.57 para una presentación comercial de 400 gramos, con un precio de venta de USD 2.78, considerando un 40% de utilidad. Por su parte, los salpores presentan un costo de producción de USD 0.37 y USD 0.34 (fórmulas 1 y 2) con un precio de venta de USD 0.50 y USD 0.46 respectivamente, aplicando un margen de ganancia del 20%. En ambos casos, el cálculo del precio de venta incluyó un 13% de impuestos (IVA). No obstante, estos precios resultan significativamente más altos en comparación con productos similares disponibles en el mercado. Los resultados de esta investigación aportan a la caracterización y valorización de la variedad Tizate, proporcionando información clave para su comercialización.

Palabras Clave: Repostería autóctona, salpor, productos nostálgicos, alimentos sin gluten, análisis sensorial, análisis económico.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the facilities of the Processing Plant of the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador. The objective was to develop corn flour (*Zea mays* Tizate variety) to produce confectionery products, considering their sensory quality, nutritional value, as well as its technical and economic feasibility, considering an analysis of costs and standardized processes. The development was carried out in three main phases. In the first phase, the Tizate corn flour production process was developed and standardized, ensuring the uniformity and quality of the product, and a bromatological analysis was carried out to determine its nutritional value, which showed a high percentage of protein (10.72%), carbohydrates with 83% and a moisture content of 3.48%. In the second phase, a native confectionery product, corn salpor, was formulated and evaluated, where two formulas were used with variations in the amounts of the ingredients, which were subjected to a sensory analysis with a panel of untrained tasters familiar with the traditional product, who evaluated the attributes of flavor, texture, aroma and general acceptance, using a hedonic scale card with a scale of 1 to 9. A descriptive analysis was performed with means of dispersion and central tendency where, for the attributes flavor and general acceptance, formula 1 presents a slightly higher mean than formula 2, as for the attributes texture and aroma the difference in the mean is very small (0.03 points), suggesting that, on average, the perception of these attributes is almost identical in both formulas. Statistical analysis (means and Wilcoxon test) showed that there were no significant differences in flavor and general acceptance, although there were significant differences in texture and aroma, favoring formula 2. Flour has a production cost of USD 1.57 for a commercial presentation of 400 grams, with a selling price of USD 2.78, considering a 40% profit. Meanwhile, salpor has a production cost of USD 0.37 and USD 0.34 (formula 1 and 2) with a selling price of USD 0.50 and USD 0.46 respectively, applying a profit margin of 20%. In both cases, the sales price calculation included a 13% tax (VAT). However, these prices are significantly higher compared to similar products available on the market. The results of this research contribute to the characterization and valuation of the Tizate variety, providing key information for its commercialization.

Key words: Local confectionery, salpor, nostalgic products, gluten-free food, sensory analysis, economic analysis.

1. INTRODUCCIÓN

El Maíz (*Zea Mays*) variedad Tizate es una variedad criolla, esto quiere decir que es una variedad cultivada y conservada por los agricultores, y que posiblemente se seguirá cultivando por sus descendientes por atributos específicos (Cortez, 2013).

El Maíz Tizate se ha usado para la elaboración de repostería y bebidas tradicionales, debido a su perfil de sabor y creencia de ser nutricional (Jacobo, 2009). Los rendimientos de la variedad Tizate son en promedio 2,05 T/ha (Flores et al, 2018), mientras que los de un híbrido son entre 5,5 a 6,5 T/ha (Carcamo et al, 2018). Sin embargo, el hecho que se siga cultivando el Tizate, aunque en una menor escala comparado con las variedades mejoradas e híbridos (Ortez et al, 2016), es por su uso en la elaboración de alimentos específicos que tienen un lugar en el gusto de los consumidores.

Aunque el centro de origen y domesticación del maíz es Mesoamérica (Caballero-García et al, 2019), con la llegada de los españoles y sus tradiciones panaderas (Vela, 2011), el maíz pasó a ser el principal ingrediente de panificación en ausencia del trigo en las regiones tropicales, y fueron los mismos españoles los encargados de volverlo un cultivo cosmopolita, ya que hoy en día el maíz es un cereal panificable en todo el mundo (Landa et al, 2006; Revilla et al, 2008).

En Estados Unidos (EE. UU.), el tamaño del mercado de las mezclas para pan de maíz se valoró en 711,12 millones de USD en 2023 y se prevé que alcance los 1.399,17 millones de USD en 2031, creciendo a una CAGR del 9,2% durante el periodo previsto de 2024 a 2031. El mercado de las mezclas para pan de maíz representa un segmento dinámico dentro de la industria alimentaria en general, este mercado abarca una gran variedad de mezclas de pan de maíz, como las tradicionales, las sin gluten y las ecológicas, que responden a las cambiantes preferencias y necesidades dietéticas de los consumidores (Verified Market Reports, 2024).

El presente estudio se enfocó en evaluar la viabilidad de la harina de maíz Tizate como una materia prima de calidad para el mercado. Para ello, se estandarizó el proceso de producción de la harina y se desarrolló un producto de repostería

utilizando esta materia prima. Se trabajaron dos fórmulas, siendo la fórmula 1 similar a la artesanal, estas fueron sometidas a un análisis sensorial con un panel de catadores no entrenados, pero con experiencia en el consumo de salpores de maíz artesanal donde evaluaron las variables de sabor, textura, olor y aceptación general. Se llevaron a cabo tres repeticiones de cata con los mismos evaluadores con el objetivo de evaluar la variabilidad entre las formulaciones, así como la consistencia del proceso de elaboración.

Se realizó un análisis descriptivo con medidas de dispersión y de tendencia central. También se escogió la Prueba de Wilcoxon, tomando en cuenta la cualidad de la prueba de datos emparejados, pues los mismos catadores evaluaron ambas fórmulas según su corrida correspondiente. Adicionalmente, se realizó un análisis bromatológico de la harina, el cual evidenció un alto porcentaje de proteína (10,72%). Finalmente, se determinaron los costos de producción tanto de la harina como del salpor y se estableció un precio de venta, los cuales resultaron considerablemente altos. Estos resultados contribuyen a la caracterización y valorización de la variedad Tizate, proporcionando información clave para su comercialización.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Datos y cifras

Según Alfaro (2024), los artesanos del sector panificador de El Salvador afirman que los precios de sus productos se han elevado desde la pandemia del Covid-19, y más recientemente por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania desde febrero de 2022. De acuerdo con los datos oficiales, el precio de la bolsa de 50 libras de harina de trigo fuerte y de la suave rondaba los \$18.50 y \$17.30, respectivamente. Un mes después de iniciado el conflicto, se cotizaban en \$21 y \$19.30. Un año después, es decir en febrero del 2023, la principal materia prima de los panificadores tenía un costo de \$25 y \$23.80.

El efecto del conflicto bélico es directo sobre la producción mundial de trigo pues Ucrania es el 8º exportador mundial y Rusia el 1º. El estallido de la guerra entre dos de los productores agrícolas más importantes del mundo puso en peligro más de un tercio del comercio mundial de trigo (DellaGiovanna, 2022; Glauber, 2023).

Esta situación ha llevado a buscar diferentes opciones para intentar sustituir la harina de trigo, como el caso de Fernández (2024), donde evaluó harina de arroz (*Oryza sativa*), garbanzo (*Cicer arietinum*), sorgo (*Sorghum vulgare*) como posibles sustitutos de la harina de trigo en la industria panificadora de Ecuador. O el caso Rodríguez et al. (2024), en Colombia donde evaluó harina de banano verde. También, esto da lugar a la innovación como lo planteado por Cruz et al. (2024), en Perú donde desarrollo y evaluó una galleta tipo soda sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de maíz amarillo (*Zea mays*) nixtamalizado y garbanzo (*Cicer arietinum*). El nixtamalizado es la cocción del maíz con agua y cal (García y Vásquez, 2016).

1.2 Planteamiento del Problema

La harina de maíz de la variedad Tizate posee cualidades sensoriales atractivas que la han convertido en un ingrediente popular en la región oriental de El Salvador, donde es ampliamente utilizada en la producción artesanal de productos de repostería.

Sin embargo, a pesar de su popularidad en el oriente de El Salvador, la variedad de maíz Tizate no cuenta con una industrialización que facilite el acceso a su harina, lo que limita la disponibilidad de productos tradicionales en el mercado. Actualmente, quienes desean elaborar productos con maíz Tizate deben adquirir el grano directamente de productores locales y someterlo a un proceso artesanal de tostado y molienda para obtener la harina. Esta carencia de harina de maíz Tizate lista para usar, reduce el aprovechamiento de este recurso en la repostería e incrementa el tiempo y esfuerzo necesarios para los consumidores interesados.

Además, la harina de maíz Tizate también tiene el potencial de llenar un nicho en el mercado de los productos sin gluten, puesto que la incidencia de la enfermedad celíaca ha ido en aumento en las últimas tres décadas, ha pasado de ser una patología poco frecuente a ser una de las enfermedades autoinmunes más comunes en todo el planeta (Asociación de celíacos y sensibles al gluten, 2022), la enfermedad se desencadena al ingerir alimentos que contienen gluten, es aquí donde la harina de maíz tiene su potencial al no contenerlo.

Ante la falta de disponibilidad de harina de maíz Tizate lista para uso y el interés en rescatar ingredientes locales, surge la necesidad de desarrollar un proceso estandarizado para su producción, evaluando su aplicación en productos de repostería. Este desarrollo, no solo ofrecería una opción local y culturalmente significativa, sino que también brindaría a los consumidores una alternativa distinta a las harinas convencionales, que se alinea con las tradiciones gastronómicas salvadoreñas.

De acuerdo con todo lo anterior, se plantea la pregunta de investigación.

¿Es posible desarrollar una harina de maíz de la variedad Tizate con niveles adecuados de proteína y una palatabilidad aceptable para productos de repostería, que además resulte viable económicamente en el mercado salvadoreño?

Hipótesis

La harina de Maíz variedad Tizate tiene niveles adecuados de proteína (7-9%), una palatabilidad aceptable en productos de repostería y es un proyecto económicamente viable.

1.3 Justificación

En El Salvador, especialmente en la zona oriental, los productos derivados del maíz (*Zea mays*) variedad Tizate, son ampliamente valorados y forman parte de la tradición gastronómica local, pudiendo llenar un nicho en el mercado nostálgico. Pues los consumidores de productos tradicionales buscan autenticidad y calidad que reflejen sus memorias y experiencias previas, especialmente aquellos que tienen un vínculo cultural o emocional con ciertos ingredientes o sabores (Kovalenko *et al*, 2023).

Este proyecto, al aplicar un procedimiento estandarizado para la producción de harina de maíz y su adecuación para la repostería, busca crear un producto que cumpla con los estándares de calidad necesarios para darle competitividad de comercialización. Además, al evaluar las características sensoriales de los productos y estudiar la viabilidad económica de su producción, el proyecto ofrece una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre su implementación, maximizando su aceptación en el mercado. Tal como menciona Bongianino *et al.* (2023), que el desarrollo de productos a base de maíz requiere la estandarización de procesos que aseguren calidad sensorial y técnica.

Es así como, la ejecución de este proyecto no solo podría satisfacer la demanda de ingredientes novedosos en el sector gastronómico, sino también fortalecer la cadena de valor agrícola local, promoviendo el desarrollo económico y social de las comunidades productoras de maíz Tizate. Sumado a ello, este producto también tiene potencial para ser aprovechado en el mercado de los productos sin gluten, teniendo en cuenta que, se ha comprobado que la incidencia de la enfermedad de la celiaquía ha aumentado notablemente a lo largo del tiempo, y se estima que la prevalencia media mundial es del 1,4% (Asociación de celíacos y sensibles al gluten, 2022).

Es así como, esta iniciativa se alinea con los objetivos de innovación al introducir una harina alternativa con potencial de satisfacer tanto las expectativas de calidad en repostería como las preferencias del consumidor, apoyando al mismo tiempo la sostenibilidad económica del proyecto mediante un análisis riguroso de costos y rentabilidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una harina de maíz (*Zea mays* variedad Tizate), destinada a la elaboración de productos de repostería, mediante la estandarización de su proceso de producción y la evaluación de su viabilidad técnica y económica, incluyendo un análisis detallado de costos y competitividad en el mercado salvadoreño.

1.4.2 Objetivos específicos

- Estandarizar el proceso de elaboración de harina de maíz (*Zea mays* - variedad Tizate), con el propósito de obtener una materia prima adecuada para su aplicación en la elaboración de productos de repostería.
- Analizar las características sensoriales de los productos de repostería elaborados con harina de maíz Tizate, mediante pruebas de preferencia del sabor, olor, textura y apariencia, para seleccionar la formulación que mejor se ajuste a las expectativas de calidad de los consumidores, a la vez que cumpla con la normatividad vigente.
- Determinar el costo de fabricación de la harina de maíz Tizate para repostería, con el fin de definir un precio de venta competitivo en el mercado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El maíz.

2.1.1 Generalidades del Maíz.

El maíz, uno de los tres principales granos que sustentan a la humanidad, tuvo su origen y primera diversificación en las montañas y valles de México. Este desarrollo fue posible gracias a la intervención de los antiguos habitantes de la región, quienes participaron en un proceso co-evolutivo que dio lugar a una de las especies cultivadas con mayor diversidad genética. Esta riqueza sigue presente en el país, principalmente gracias al trabajo de los productores rurales (Kato et al, 2009; Álvarez-Buylla y Piñeyro 2013; Mora 2019).

El maíz es una planta anual de gran desarrollo vegetativo de porte robusto y con un rápido desarrollo, que puede alcanzar hasta 5 metros de altura (lo normal es de 2 a 2,50 metros). En el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo. Los granos se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga. Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras, el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. Durante la recolección, las panojas de maíz son arrancadas manual o mecánicamente de la planta. Se pelan las brácteas que envuelven la mazorca y luego se separan los granos a mano o, más a menudo, mecánicamente. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz (Ortigoza et al, 2019; González-Cortés et al, 2016).

2.1.2 Maíz en El Salvador

El origen del cultivo en El Salvador es antiguo, tal como lo demuestran las evidencias del sitio arqueológico Joya de Cerén, donde se preservaron debido a la erupción de un volcán hace unos 1400 años atrás, las evidencias únicas sobre la vida cotidiana de una comunidad agrícola prehispánica, incluyendo detalles del cultivo de maíz (Maloof, 2016; McKee, 2011; Ito et al, 2018).

Actualmente, el maíz continúa siendo la base de la alimentación de los salvadoreños, es por mucho el cultivo más importante junto con el frijol (*Phaseolus vulgaris*), aunque eso no se refleja en la economía de los productores, ya que la mayor parte del frijol es producido por los pequeños agricultores en zonas de laderas, tratando de garantizar durante la época lluviosa sus autoconsumos del año y vender el excedente (Osorio y Mejia, 2002; Ayala, 2022; Ayala y Dabdab 2019).

2.1.3 Maíces Harinosos

Tiene un grano con endospermo suave muy susceptible a plagas de almacén y ciertas enfermedades del grano producido por hongos, con corona semi dentada o redonda con almidón suave de fácil molienda (Ávila et al, 2014). El endospermo de los maíces harinosos se caracteriza por ser predominantemente un almidón suave que puede marcarse fácilmente incluso antes de que el grano alcance su madurez. Tiene un grano con endospermo suave muy susceptible a plagas de almacén y ciertas enfermedades del grano. Estos maíces se destinan principalmente al consumo humano y son utilizados en la preparación de alimentos específicos y bebidas tradicionales (Dowswell et al, 1996). Además, por ser muy blandos son ideales para ser tostados y molidos para preparar pinole (Mier, 2020).

2.2 Harinas de Maíz

2.2.1 Tipos

En cuanto a la harina de maíz existen dos tipos: la harina de maíz nixtamalizado, cuyo uso es principalmente para elaborar tortillas; y la harina de maíz seca: cuyo uso es para elaborar pan y bebidas (Vargas, 2017).

El objetivo principal de la molienda seca es la separación del germen del resto del grano, bien sea para extraer el aceite de este; o bien, para eliminarlo de la harina ya que es el principal factor de enranciamiento. La molienda seca está enfocada a la obtención de harinas, sémolas (grits), afrecho, germen y otros. Las harinas obtenidas por medio de la molienda seca pueden ser crudas (obtenida por tratamientos físicos y mecánicos del grano de maíz que permiten el desprendimiento, separación y recuperación del endospermo) y las cocidas o pregelatinizadas (obtenida por la gelatinización del almidón de maíz, con la completa ruptura de sus gránulos por medio de una combinación controlada de humedad calor y presión, y en algunos casos de presiones mecánicas) (González et al, 2016). En el proceso de fabricación de la harina de maíz precocida no existen reacciones químicas, ya que en la transformación que se da del maíz desde la desgerminación donde se separa el endospermo y el pericarpio se realiza por medios mecánicos y no actúa ningún factor químico (Moreno, 2021).

2.2.2 Harina de maíz nixtamalizado.

Para la producción a nivel industrial de harina de maíz nixtamalizada se utiliza el mismo método tradicional de nixtamalización que consiste en el cocimiento alcalino del grano y posterior molido de este, para obtener una masa que luego es deshidratada, cernida, clasificada y envasada (Rooney y Suhendro, 1999). Durante la nixtamalización, gran parte del calcio proveniente del álcali usado se queda en el pericarpio del grano, el cual se elimina durante el lavado del nixtamal. Si éste es excesivo, a fin de eliminar la mayor cantidad de pericarpio y tener harinas más blancas, también se elimina gran parte del calcio, con el consecuente impacto nutricional (Flores et al, 2002).

2.2.3 Harina de maíz seca o cruda.

El proceso de harina cruda de maíz comprende las siguientes etapas: desgerminación, laminación y molienda del endospermo. El producto resultante es la harina de maíz, la cual pasa por inspección de calidad, donde un analista de calidad u operador de molienda evalúa su aspecto mediante un análisis sensorial (Franco, 2021).

2.2.4 La harina de maíz en los productos panaderos.

En algunos pueblos de tradición mesoamericana se consumen también panes de maíz preparados con elote o con maíz nixtamalizado, sin embargo, ha sido poco documentado, también variaciones hechas con maíz tierno principalmente acompañado de lácteos (Méndez, 2024).

2.3 Normas

2.3.1 Normas del Codex relacionadas con las harinas

El Codex Alimentarius es un conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas internacionales desarrollados por la Comisión del Codex Alimentarius, un organismo conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su propósito principal es proteger la salud de los consumidores, garantizar prácticas equitativas en el comercio de alimentos y proporcionar una base científica para la elaboración de legislaciones y regulaciones nacionales sobre alimentos (FAO-OMS, 2024).

En el Codex existe la normativa para la harina y la sémola de maíz sin germen CXS 155-1985, que fue adoptada en 1985, revisada en 1995 y enmendada en 2019 y 2023. Donde establece: Aplicación para productos obtenidos de granos de maíz (*Zea mays L.*) maduros y sanos, sin germen, mediante molienda que elimina casi completamente el salvado y el germen. Contenido de humedad máximo: 15,0% m/m. Contaminantes: Deben estar exentos de metales pesados y ajustarse a los límites máximos para residuos de plaguicidas y micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius. Higiene: Deben prepararse

y manipularse conforme a los principios generales de higiene de los alimentos, estando exentos de microorganismos y parásitos que representen un peligro para la salud. Envasado y etiquetado: Deben envasarse en recipientes que mantengan sus cualidades y etiquetarse como "harina de maíz sin germen" o "sémola de maíz sin germen", cumpliendo con la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (Comisión del Codex Alimentarius, 2023).

2.3.2 Norma Salvadoreña Obligatoria

La norma NSO 67.03.02:08 (OSN, 2008) Harinas. Harina de maíz nixtamalizado. Donde establece: Aplicación a todas las harinas de maíz nixtamalizado las cuales deben estar fortificadas con micronutrientes, tales como: hierro, niacina, tiamina, riboflavina y ácido fólico, que se utilizan en el país para consumo humano, sean estas de producción nacional, importación o donación. Los niveles son los siguientes: establece que todas las harinas de maíz nixtamalizado destinadas al consumo humano en El Salvador deben estar fortificadas con los siguientes micronutrientes: Hierro (Fe): 40 mg/kg, Niacina: 49 mg/kg, Tiamina (Vitamina B₁): 6,1 mg/kg, (Vitamina B₂): 2,5 mg/kg, Ácido fólico: 1,0 mg/kg. Contaminantes permitidos: Pesticidas y residuos de plaguicidas: Los límites deben ajustarse a los máximos dictados por el Codex alimentarius. Metales pesados: Cadmio (Cd) 0,20 mg/kg, Plomo (Pb) 0,20 mg/kg. Aflatoxinas y otras micotoxinas. Los límites deben ajustarse a los máximos dictados por el Codex alimentarius. En cuanto a microorganismos: mesófilos entre 100 - 1,000,000 UFC/g, mohos y levaduras entre 100 - 10,000 UFC/g, coliformes totales entre 10 - 100 UFC/g, coliformes fecales entre 0 - 0 UFC/g. Requisitos físicos: máximos 14% de humedad, materia extraña no más de 50 fragmentos de insectos en 50 g de harina, exento de excretas.

2.3.3 Norma Salvadoreña Obligatoria relativa a la panadería.

La Norma NSO 67.30.01:04 (OSN, 2004) Productos de panadería. Clasificación y especificaciones del pan dulce. Dicha norma establece las disposiciones y

especificaciones sanitarias y nutrimentales que deben cumplir los productos de panificación.

2.3.4 Especificaciones Físico Químicas.

Tabla 1: Características fisicoquímicas

Especificaciones	Límites permitidos
Humedad %	Máximo 30%
Acidez %	Máximo 0,2%
Cloruro de Sodio (NaCl)%	Máximo 1,5%
Hierro (Fe) mg/kg	Mínimo 40 mg/kg
Colorante Artificial	Máximo 200 mg/kg
Microscopía	Positivo

Fuente: NSO 67.30.01:04 Productos de panadería.

2.4 ¿Qué es el gluten?

El gluten, una fracción proteica del trigo, el centeno, la cebada, la avena, sus híbridos y derivados, es muy importante en la tecnología de la panificación. El pan y los productos de panadería son una parte esencial de la dieta diaria (Šmídová y Rysová, 2022).

El gluten es una mezcla de proteínas prolaminas insolubles en agua. Las prolaminas, un grupo complejo de lecitinas solubles en alcohol, constituyen las proteínas de semilla más importantes de los cereales. Comprenden alrededor del 80% de las proteínas de almacenamiento del endospermo de almidón en granos de cereales maduros y aún no se han encontrado en otras partes del grano (Wen et al, 2012; Shewry et al, 2019).

2.4.1 ¿Qué es la celiacía?

La celiacía es una enfermedad autoinmune causada por el gluten, una proteína presente en cereales como trigo, cebada y centeno. Este trastorno daña la mucosa intestinal, impidiendo la absorción adecuada de nutrientes. Las personas con los haplotipos (agrupación física de variantes genómicas que tienden a heredarse juntas) HLA DQ2 y DQ8 son más propensas a padecerla. El

único tratamiento es una dieta estricta sin gluten, lo que requiere una cuidadosa lectura del etiquetado de alimentos para evitar incluso trazas mínimas de gluten (Peón et al, 2024).

Los síntomas son mayormente digestivos, como diarrea o dolor abdominal, aunque también pueden ser extradigestivos como dermatitis o anemia, asimismo los celíacos tienen muchas posibilidades de tener complicaciones, como anemia, enfermedades neoplásicas, atrofia de las vellosidades y otras enfermedades no neoplásicas (Álvarez et al, 2023).

2.4.2 ¿Qué produce la celiaquía?

La enfermedad celíaca, celiaquía o enteropatía sensible al gluten, es un trastorno malabsortivo crónico del intestino delgado de carácter autoinmune, causado por la exposición a una dieta con gluten en individuos genéticamente predispuestos. Pese a que se ha considerado un trastorno pediátrico, es cada vez más frecuente el diagnóstico de esta enfermedad en edades avanzadas. A pesar de la variedad de conocimientos y el avance de las pruebas serológicas y genéticas, la EC sigue siendo una afección desestimada e infradiagnosticada por su gran variedad de signos y síntomas (Hernández et al, 2021).

2.5 Función de los Ingredientes en el pan

2.5.1 Harina

La principal función de la harina es proporcionar el almidón que es fundamental para servir de alimento a la levadura que transforma el almidón en glucosa (azúcar simple) (Vega, 2009).

2.5.2 Crema

La crema es un derivado de leche de vaca, es técnicamente una emulsión de grasa láctea en agua (Montilla y Quiñonez, 2010). La crema o natilla aporta suavidad y humedad al pan, esto ayuda a equilibrar la textura general, evitando que el producto sea demasiado seco (Cauvain, 2020).

2.5.3 Azúcar

El azúcar añade dulzura al pan, equilibrando el sabor global y haciéndolo más atractivo para el consumidor, además el azúcar contribuye al desarrollo del color dorado en la corteza del pan mediante la reacción de Maillard y la caramelización durante el horneado (Igartúa y Sceni, 2023).

2.5.4 Manteca

La manteca en este caso es una fuente de grasa, y aporta suavidad y una miga más tierna, ayudando a crear una miga más ligera y esponjosa (Schiraldi y Fessas, 2012).

2.5.5 Leche

La leche favorece el dorado de los productos horneados gracias a la interacción de sus proteínas y azúcares (como la lactosa). Además, contribuye a mantener la calidad del pan, aportando una textura suave y esponjosa. Comparada con el agua, la leche no solo añade un toque de dulzura, sino que también intensifica el color dorado de los productos horneados (Baidu, 2012).

2.5.6 Levadura

La levadura es un ingrediente esencial en la panificación porque fermenta los azúcares de la harina y produce dióxido de carbono (CO_2). Este gas hace que la masa suba y se forme una estructura esponjosa y suave (Petel et al, 2017).

2.5.7 Polvo de Hornear

El polvo para hornear es un leudante químico utilizado en la elaboración de pan y otros productos de repostería. Su función principal es hacer que la masa suba y se vuelva más esponjosa al liberar dióxido de carbono (CO_2) cuando entra en contacto con líquidos y calor. Contiene bicarbonato de sodio (NaHCO_3), y un ácido como el bitartrato de potasio ($\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$) (Gómez, 2016).

2.5.8 Vainilla artificial

La vainilla artificial es un aditivo aromático y saborizante que en el pan mejora la percepción sensorial del producto y realza otros sabores (Khoiratty et al, 2021).

2.6 Análisis sensorial

La evaluación sensorial como ciencia permite obtener resultados objetivos y confiables que se pueden correlacionar con metodología instrumental de alta precisión; con un campo de aplicación amplio que abarca todo lo que se puede percibir a través de los sentidos (Severiano, 2019). Dado que las experiencias sensoriales son un factor clave en el comportamiento del consumidor, el análisis sensorial se consolida como una herramienta esencial para la evaluación de alimentos. Este enfoque considera las emociones, percepciones y sentimientos generados durante el consumo, sirviendo como punto de partida para el diseño y desarrollo de productos alineados con las expectativas del consumidor (Lotufo, 2021).

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción del estudio

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta Procesadora de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el distrito de San Luis Talpa, El Salvador. Se desarrolló en tres fases principales:

1. Estandarización del proceso de harina de maíz Tizate con el objetivo de obtener una materia prima adecuada para la elaboración de productos de repostería.
2. Formulación y evaluación sensorial de un producto autóctono de repostería (salpor de maíz), mediante pruebas de sabor, textura, olor y apariencia para determinar su aceptación.,
- 3 Análisis de costos y viabilidad económica tanto de la harina como del salpor, con el objetivo de evaluar su competitividad en el mercado.

3.2 Materiales y equipos utilizados.

Para la elaboración de harina se utilizó como materia prima únicamente el maíz variedad Tizate, el cual se adquirió con productores de la zona oriental de El Salvador.

Para la elaboración de los salpores de maíz se utilizaron los siguientes ingredientes:

- Harina de maíz: obtenida a partir de maíz variedad Tizate, previamente procesada y estandarizada.
- Crema de leche o natilla.
- Azúcar blanca.
- Grasa vegetal sin sal.
- Leche de vaca entera
- Levadura y polvo de hornear
- Esencia de vainilla.

Los equipos empleados incluyeron:

- Balanza digital para el pesaje de ingredientes.
- Horno eléctrico con control de temperatura.
- Molino nixtamal para obtener la harina
- Humidímetro portátil para medir humedad del grano
- Tamiz # 10
- Moldes y bandejas para hornear.

3.3 Elaboración y estandarización del proceso de harina de maíz Tizate.

Como primera fase, se realizó la elaboración de la harina en condiciones controladas siguiendo las prácticas tradicionales empleadas artesanalmente. Este proceso incluye el tostado del maíz y la molienda para la obtención de la harina. Durante esta fase se midieron y registraron variables como temperatura, tiempo, granulometría, peso y rendimiento en cada etapa (tostado y molienda). El objetivo fue lograr un producto lo más similar posible al artesanal, pero con parámetros reproducibles. A continuación, se muestra paso a paso el proceso que se siguió.

3.3.1 Recolección del maíz Tizate.

Se compró el maíz variedad Tizate a comercializadores de los distritos de San Luis de la Reina (Departamento de San Miguel) y Cacaopera (Departamento de Morazán). Se midió humedad del grano con un humidímetro portátil para granos y semillas, obteniendo un resultado de un 33% de humedad.



Figura 1: Maíz criollo variedad Tizate crudo

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.3.2 Tueste del maíz.

El tueste del maíz se realizó en un horno eléctrico con control de temperatura, utilizando 16 onzas de maíz por prueba (1 libra). Se llevaron a cabo dos ensayos para determinar el proceso óptimo donde se probaron las siguientes temperaturas.

- Tueste del maíz a 350°C
- Tueste del maíz a 300°C



Figura 2: Maíz criollo variedad Tizate tostado.

Fuente: Elaboración propia (2025)

3.3.3 Molienda de maíz.

El maíz tostado, tras haber sido enfriado previamente, fue sometido a molienda en un molino Nixtamal, realizando tres repasos para asegurar una textura homogénea.

3.3.4 Tamizado de la harina

Luego de obtenida la harina, fue sometida a tamizaje utilizando un tamiz #10, con la intención de verificar que, con los tres repasos en el molino, se cumple con este nivel de granulometría, puesto que esta sería la ideal para productos como galletas.

Después de realizadas las pruebas experimentales, se estableció el protocolo de estandarización para el tostado del maíz Tizate, definiendo temperatura, tiempo y método de manipulación para asegurar la uniformidad del proceso.



Figura 3: Harina de maíz criollo variedad Tizate.

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.4 Formulación y evaluación del producto de repostería (salpores de maíz)

Para la elaboración de los salpores, se tomó como base la receta artesanal, realizando ajustes en los ingredientes y desarrollando dos fórmulas con variaciones en sus proporciones, dichas variaciones fueron las siguientes:

- Cantidades de harina, crema de leche, grasa y azúcar.
- Tiempos de reposo de la masa (20, 40 y 60 minutos) para evaluar la acción de la levadura.
- Temperaturas y tiempos de horneado (350°C por 30-35 minutos).

Se realizaron mediciones y observaciones en cada prueba para determinar la mejor combinación.

3.4.1 Proceso de elaboración.

El procedimiento para la elaboración de los salpores se puede apreciar en el flujograma; sin embargo, a continuación, se resumen los pasos que se siguieron para elaborar ambas fórmulas.

1. Preparación de la masa: Se mezclaron los ingredientes en las proporciones de cada prueba.
2. Formación de los salpores: Se pesaron y moldearon unidades de 50 gramos.

3. Reposo: En un principio se evaluaron diferentes tiempos de reposo de la masa (20, 40 y 60 minutos), sin embargo, se decidió trabajar ambas fórmulas únicamente con 20 minutos de reposo.

4. Horneado: Se precalienta el horno a 400°C por 5 minutos y luego se hornean a 300°C. Con un tiempo de horneado de 30 a 35 minutos.

3.5 Análisis sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante una prueba de aceptación hedónica, utilizando una escala de 9 puntos basada en el grado de aceptación del producto. Para el análisis, participaron 11 panelistas no entrenados, pero con experiencia previa en el consumo de salpor de maíz artesanal. Cada panelista recibió dos muestras correspondientes a las dos fórmulas seleccionadas (F1 y F2), con un peso aproximado de 20 gramos cada una, a temperatura ambiente y con 24 horas de haber sido horneadas, la ficha de evaluación puede verse en el anexo 2.

La catación se llevó a cabo en tres días distintos, empleando los mismos panelistas en cada sesión. En cada jornada, se utilizaron lotes diferentes (Batch 1, Batch 2 y Batch 3) con el objetivo de evaluar la variabilidad entre las formulaciones, así como la consistencia del proceso de elaboración, tal como se muestra en el anexo 3.

3.5.1 Metodología Estadística

Se realizó un análisis descriptivo con medidas de dispersión y de tendencia central. También, se escogió la Prueba de Wilcoxon, que es una prueba no paramétrica, tomando en cuenta el criterio que los datos no superaron la prueba de Shapiro-Wilks para el supuesto de normalidad y por lo tanto no es posible usar una prueba de T. Además, se tomó en cuenta la cualidad de la prueba de datos emparejados, pues los mismos catadores evaluaron ambas fórmulas según su corrida correspondiente.

3.6 Análisis de laboratorio

Análisis bromatológico: los análisis bromatológicos de la harina de maíz Tizate fueron realizados en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los parámetros analizados fueron humedad, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, carbohidratos, fósforo y calcio (ver anexo 4).

3.7 Análisis económico.

Finalmente, para determinar la viabilidad económica de ambos productos se realizó una evaluación económica partiendo del cálculo del costo de producción en dólar estadounidense (USD), los datos que se tomaron en cuenta fueron los siguientes.

3.7.1 Análisis económico de harina de maíz

- **Maíz:** se registró el costo de maíz por libra para la harina.
- **Empaque y etiquetado:** se estimó el costo de los materiales de empaque y etiquetado por unidad de producto.
- **Merma:** durante el proceso de elaboración se registraron mermas, un 12% en el tueste más un 7% durante la molienda, por lo que se consideró como merma un 19% en todo el proceso, es decir, que para obtener 1 kilogramo de harina se necesitan 1,235 kilogramos de maíz.
- **Costos directos:** dentro de estos se encuentran, mano de obra, combustible, energía eléctrica consumida en el proceso, Para calcular los costos directos se tomó el criterio de sumarle un 30% del costo de materias primas.
- **Costos indirectos:** los costos indirectos asociados serían costos operativos y de infraestructura, servicios generales, publicidad, etc. En este caso se sumó un 15% a los costos totales.
- **Porcentaje de Utilidad:** se determinó un 40% de utilidad teniendo en cuenta que, para harinas especializadas o premium, como harinas orgánicas, artesanales o con valor agregado (fortificadas, sin gluten,

variedades criollas), pueden manejar márgenes entre 40% y 60%, ya que tienen un mercado más específico y menos competencia.

- **Impuestos (IVA):** se tomó en cuenta el 13% de IVA que todos los productos deben pagar a manera de impuestos.

De esta forma se obtuvo el precio de venta por libra, para la harina de maíz Tizate, los cálculos pueden observarse en el anexo 5.

3.7.2 Análisis económico del salpor de maíz.

- **Ingredientes:** Se tomó en cuenta el costo de todos los ingredientes utilizados en las dos fórmulas evaluadas.
- **Costos directos, indirectos e impuestos (IVA):** estos fueron establecidos al igual que con la harina, un 30% y 15% respectivamente y un 13% de IVA.
- **Porcentaje de utilidad:** para este producto se consideró un 20% de utilidad.

Es así como se obtuvo el precio de venta por unidad para el salpor de maíz, tanto fórmula 1 como fórmula 2, los cálculos pueden observarse en los anexos 6 y 7.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la elaboración y estandarización del proceso de harina de maíz Tizate.

Durante la elaboración de la harina, se hicieron dos ensayos en la etapa de tueste, tal como se detalla en la siguiente tabla 2.

Tabla 2: Ensayos realizados durante el tueste del maíz

PRUEBA	CONDICIONES	OBSERVACIONES
Prueba # 1	El horno se precalentó a 450°C, y luego el maíz se tostó a 350°C.	En estas condiciones, a los 7 minutos, los granos comenzaron a reventar como palomitas, indicando que la temperatura era demasiado alta para lograr el tueste deseado.
Prueba # 2	El horno se precalentó a 400°C durante 3 minutos, y posteriormente, el maíz se horneó a 300°C, removiéndolo a los 15 minutos y luego cada 5 minutos hasta completar 26 minutos de tostado.	Con este proceso se logró un tueste ideal por lo que, este fue el proceso que se estandarizó y se replicó posteriormente.

Fuente: Elaboración propia (2025).

El tueste del maíz se realizó en un horno eléctrico con control de temperatura, utilizando 16 onzas de maíz por prueba. En la primera prueba, el horno se precalentó a 450°C, y luego el maíz se tostó a 350°C. Sin embargo, a los 7 minutos, los granos comenzaron a reventar como palomitas, indicando que la temperatura era demasiado alta para lograr el tueste deseado. En la segunda prueba, el horno se precalentó a 400°C durante 3 minutos, y posteriormente, el maíz se hornea a 300°C, removiéndolo a los 15 minutos y luego cada 5 minutos hasta completar 26 minutos de tueste.

Este último procedimiento permitió obtener el color y las características ideales del maíz tostado, permitiendo de esta manera estandarizar el proceso de tueste, comprendiendo que la estandarización es necesaria para asegurar un producto consistente en calidad, sabor y características, cumpliendo siempre con las expectativas del consumidor y evitando variaciones que afecten su aceptación (Lara 2015, Jácome et al, 2023).

Posterior al tueste, el maíz debe ser enfriado a temperatura ambiente, pues, según Geimy et al (2018) Este paso evita la presencia de humedad remanente que podría provocar efectos no deseados en la molienda.

Por último, el envasado y almacenamiento de la harina es de suma importancia, puesto que al hacerlo de la manera correcta se mantiene la calidad del producto. Además, Bejar (2022) menciona que lo ideal es envasarla en bolsas de polietileno de baja densidad, las cuales ofrecen protección contra la humedad, el oxígeno, son moldeables y deben ser almacenadas en un lugar seco.

A continuación, en la figura 4 se presenta el flujograma del proceso de elaboración de harina de maíz Tizate con su respectiva descripción.

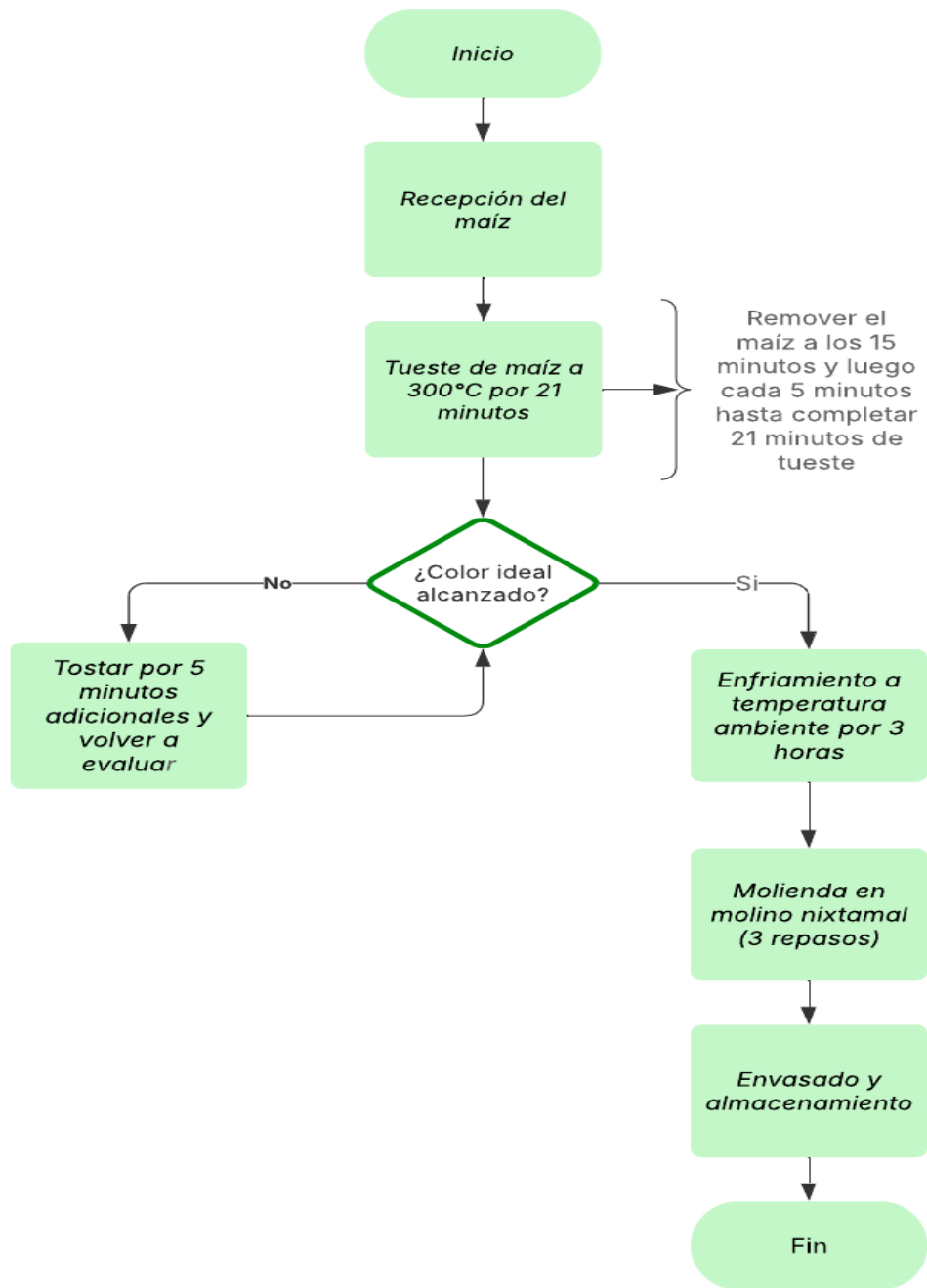


Figura 4: Flujograma de proceso de elaboración de harina.

Fuente: Elaboración propia (2025).

4.1.1 Descripción del flujograma de procesos para la elaboración de harina de maíz.

Recepción del maíz: en la recepción del maíz se debe asegurar que no esté contaminada con plagas como el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) y debe ser almacenado por no más de 2 meses.

Tueste del maíz: el maíz se tuesta en horno a una temperatura constante de 300°C por 21 – 26 minutos, removiendo a los 15 minutos y luego cada 5 minutos. Durante este proceso, es fundamental evaluar el color del grano, ya que el nivel de tueste puede variar según factores como la humedad del maíz o la eficiencia del horno, es así como a los 21 minutos de tueste, se realiza una verificación visual del color del maíz. Si a los 21 minutos el maíz ha alcanzado el color ideal, se procede a la siguiente etapa.

Si aún no ha alcanzado el color deseado, se continuará el tueste monitoreando constantemente hasta completar los 26 minutos.

El estándar para determinar el nivel de tueste del maíz se estableció mediante la comparación con el proceso artesanal. Para ello, se adquirió maíz tostado de forma tradicional y se utilizó como referencia en las pruebas realizadas en la planta piloto, evaluando el color de las muestras en función de la muestra artesanal.

Enfriamiento a temperatura ambiente: se debe enfriar el grano a temperatura ambiente por tres horas.

Molienda: el maíz previamente tostado se debe moler en molino nixtamal realizando tres repasos para obtener la granulometría óptima, que es la obtenida con el tamiz #10.

Envasado y almacenamiento: la harina debe ser envasada en bolsas de polietileno de baja densidad, las cuales ofrecen protección contra la humedad y el oxígeno, y deben ser almacenadas en un lugar seco.

4.2 Resultados de la elaboración del salpor de maíz.

Para la evaluación sensorial de la harina de maíz se optó por la elaboración de un tipo de pan artesanal llamado salpor, cuya materia prima original es el maíz,

y en la región oriental de El Salvador donde es reconocido el maíz Tizate es un producto característico. De acuerdo con Leret (2011), comercialmente solo se venden salpor de almidón o de arroz, el salpor de maíz tiene una comercialización meramente artesanal.

Durante la elaboración del salpor, se tomó como base la receta artesanal, realizando ajustes en los ingredientes por lo cual se desarrollaron dos fórmulas con variaciones en las cantidades de ingredientes (anexo 7).

Además, para cada fórmula se prepararon tres lotes (batch), con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de reposo de la masa en la acción de la levadura y el polvo de hornear, tal como se observa en la tabla 3. Los tiempos de reposo establecidos fueron 20, 40 y 60 minutos. Este procedimiento buscó mejorar la textura del salpor, ya que tiende a endurecerse excesivamente.

Tabla 3: Pruebas preliminares analizando dos fórmulas y tres tiempos de reposo.

Fórmula # 1			Fórmula # 2		
Batch 1	Batch 2	Batch 3	Batch 1	Batch 2	Batch 3
20 min reposo	40 min reposo	60 min reposo	20 min reposo	40 min reposo	60 min reposo

Fuente: Elaboración propia (2025).

Un día después de la elaboración, se analizó el efecto de los diferentes tiempos de reposo de la masa en la textura, olor y sabor del producto. Los resultados mostraron que no hubo variaciones significativas en estos atributos, por lo que un reposo de 60 minutos no es necesario, ya que 20 minutos son suficientes para obtener el mismo resultado.

Es así como, para proseguir con la investigación se decidió trabajar ambas fórmulas con 20 minutos de reposo en el proceso.

El proceso de elaboración del salpor de maíz se muestra en la figura 5.

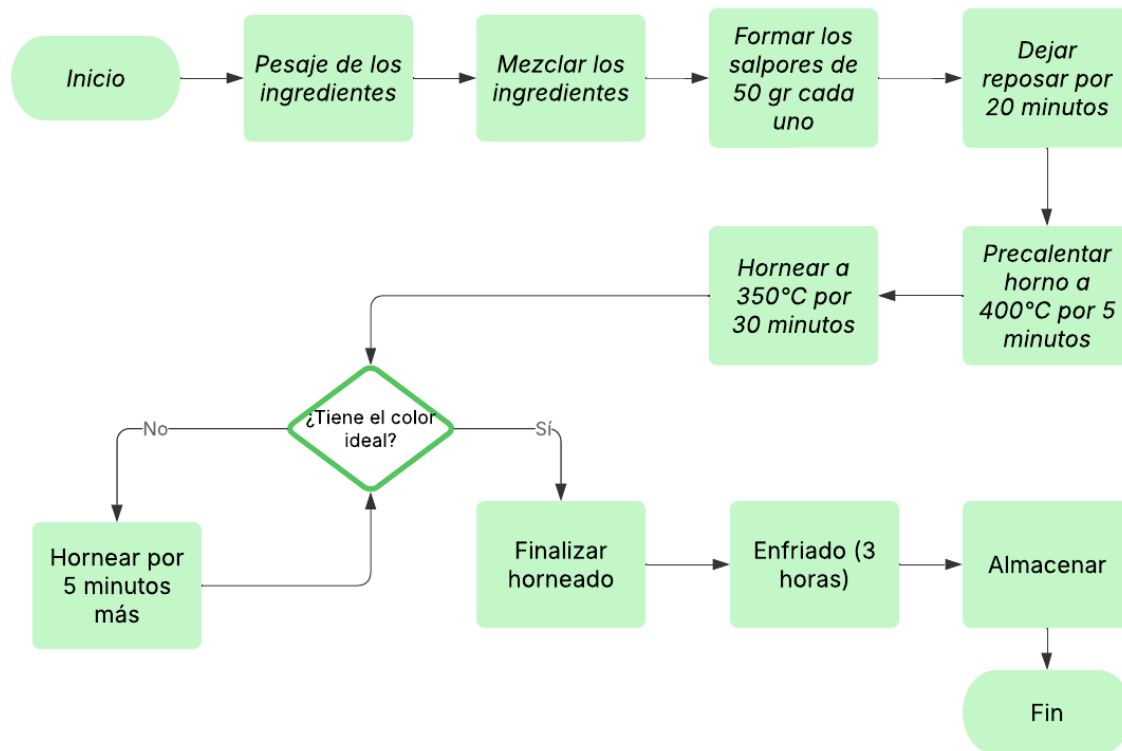


Figura 5: Flujograma de proceso de elaboración de salpor de maíz.

Fuente: Elaboración propia (2025).

4.2.1 Descripción del flujograma de elaboración de salpor de maíz

Pesaje de los ingredientes: el proceso de elaboración de salpor de maíz inicia con el pesaje adecuado de los ingredientes en base a las proporciones indicadas en la fórmula.

Mezcla de los ingredientes: todos los ingredientes se mezclan hasta obtener una masa homogénea.

Formar los salpores: se procede a dar forma a los salpores, asegurando que cada unidad tenga un peso exacto de 50 gramos. Luego, se colocan en moldes previamente engrasados con grasa vegetal para evitar que se adhieran. A continuación, se dejan reposar durante 20 minutos, permitiendo que la levadura actúe y aporte la esponjosidad deseada al producto final.

Precalentar horno: mientras los salpores reposan, el horno se precalienta a 400°C durante 5 minutos.

Horneado: después del tiempo de reposo, los salpores se colocan en el horno y se hornean a 350°C por un total de 30-35 minutos.

Verificación: a los 30 minutos de horneado, se realiza una verificación visual del color de los salpores.

- Si han adquirido el color ideal, se pueden retirar del horno.
- Si aún no han alcanzado el color deseado, se continúa horneando, monitoreando constantemente, hasta completar los 35 minutos.

Enfriar: es necesario enfriar adecuadamente el producto por un tiempo aproximado de 3 horas, antes de ser empacado, puesto que un enfriamiento adecuado permite que los sabores se asienten, además, si los salpores son empacados calientes, el vapor que aún liberan puede generar condensación dentro del empaque, aumentando la humedad y favoreciendo el desarrollo de moho o una textura pegajosa.

Almacenamiento: se deben empacar en bolsas de polietileno de baja densidad, las cuales ofrecen protección contra la humedad y el oxígeno, y deben ser almacenadas en un lugar seco y fresco.

4.3 Análisis sensoriales.

4.3.1 Análisis descriptivos

Para el análisis sensorial se trabajó con dos fórmulas, siendo la fórmula 1 similar a la receta artesanal y la fórmula 2 con variaciones en las cantidades de ingredientes. Se analizaron de manera descriptiva las variables sabor, textura, olor y aceptación general de ambas fórmulas desarrolladas de salpores.

Tabla 4: Análisis descriptivos

Fórmula 1	n	Media	D.E	Min.	Max.	Mediana
Sabor	34	8,24	1,05	5,00	9,00	9,00
Textura	34	7,82	1,19	5,00	9,00	8,00
Aroma	34	7,74	1,38	4,00	9,00	8,00
Aceptación General	34	8,35	0,92	6,00	9,00	9,00
Fórmula 2						
Sabor	34	8,15	0,93	5,00	9,00	8,00
Textura	34	7,85	1,16	5,00	9,00	8,00
Aroma	34	7,79	1,23	5,00	9,00	8,00
Aceptación General	34	8,29	0,68	7,00	9,00	8,00

Fuente: Elaboración propia en Software Infostat 2020® (2025).

En la Tabla 4, se pueden observar los siguientes resultados:

Sabor.

La Fórmula 1 presenta una media ligeramente superior (8,24) en comparación con la Fórmula 2 (8,15). La mediana de la Fórmula 1 es 9,00, mientras que la de la Fórmula 2 es 8,00. Esto implica que para la Fórmula 2, la percepción es algo más moderada. La desviación estándar de la Fórmula 2 (0,93) es menor que la de la Fórmula 1 (1,05). Esto indica que en la Fórmula 1 hay una mayor variabilidad en las opiniones.

Textura.

La diferencia en la media es muy pequeña (0,03 puntos), sugiriendo que, en promedio, la percepción de la textura es casi idéntica en ambas fórmulas. En la desviación estándar la ligera diferencia en la dispersión indica que ambas fórmulas tienen una variabilidad similar en las calificaciones. Para ambas fórmulas, el valor mínimo es 5,00 y el máximo es 9,00. La mediana es 8,00 para ambas fórmulas, lo que refuerza la similitud en la distribución central de las calificaciones de textura.

Aroma.

La diferencia en la media es muy pequeña (0,05 puntos). Para ambas fórmulas la mediana es 8,00. Lo que indica que la experiencia central en cuanto a aroma es la misma en ambos casos. La Fórmula 2 presenta una dispersión ligeramente

menor, La Fórmula 1 tiene un valor mínimo de 4,00. Mientras que la Fórmula 2 presenta 5,00. Ambas fórmulas alcanzan el valor máximo de 9,00.

Aceptación General.

La Fórmula 1 presenta una media ligeramente superior. La mediana de la Fórmula 1 es 9,00. Mientras que la de la Fórmula 2 es 8,00, lo que sugiere una percepción de aceptación más alta en la Fórmula 1.

Además, la desviación estándar de la Fórmula 2 es menor que la de la Fórmula 1, indicando que las opiniones en la Fórmula 1 son algo más variables. En la figura 6 se muestran los resultados del análisis descriptivo de los cuatro atributos analizados.

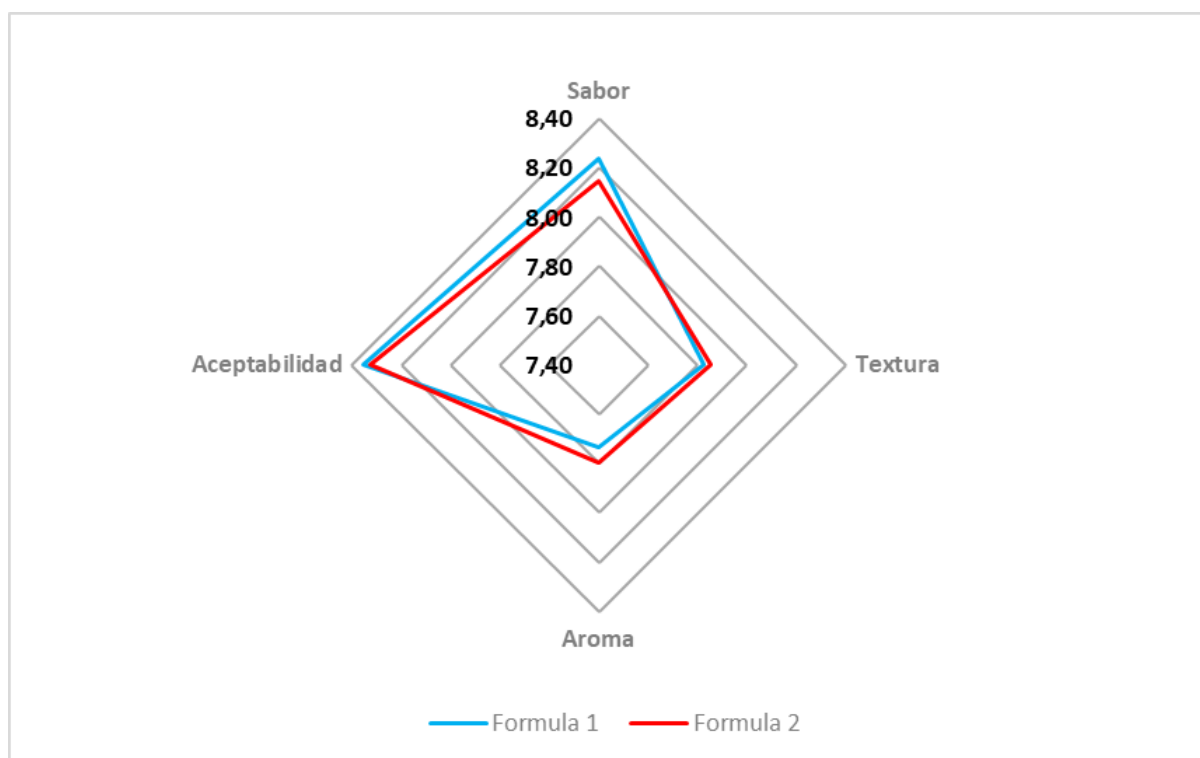


Figura 6: Gráfico radial análisis sensorial

Fuente: Elaboración propia en Software Infostat 2020® (2025).

En el gráfico radial (figura 6) se puede apreciar de manera clara cuál fue la percepción de todas las variables sensoriales antes descritas, evidenciándose una ventaja de la fórmula 1 en las variables sabor y aceptabilidad, y una ventaja de la fórmula 2 en las variables textura y aroma.

4.3.2 Análisis Estadísticos

Tabla 5: Prueba de Wilcoxon para la variable sabor.

Obs 1	Obs 2	N	Suma (r+)	E (r+)	Var (r+)	Media (dif)	DE (dif)	Z	p (2 colas)
F. 1	F. 2	34	280,5	297,5	3243,25	0,09	0,90	-0,30	>0,9999

Fuente: Elaboración propia en Software Infostat 2020® (2025).

No existe diferencia significativa entre las fórmulas 1 y 2 en cuanto a la variable sabor.

Tabla 6: Prueba de Wilcoxon para la variable textura.

Obs 1	Obs 2	N	Suma (r+)	E (r+)	Var (r+)	Media (dif)	DE (dif)	Z	p (2 colas)
F. 1	F. 2	34	94,00	297,5	3048,63	-0,03	0,58	-3,69	0,0022*

Fuente: Elaboración propia en Software Infostat 2020® (2025).

El análisis revela que existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la percepción de la textura entre las dos fórmulas. Favoreciendo en este caso a la fórmula 2.

Tabla 7: Prueba de Wilcoxon para la variable aroma

Obs 1	Obs 2	N	Suma (r+)	E (r+)	Var (r+)	Media (dif)	DE (dif)	Z	p (2 colas)
F. 1	F. 2	34	145,0	297,5	3089,25	-0,06	0,78	-2,74	0,0274*

Fuente: Elaboración propia en Software Infostat 2020® (2025).

El análisis revela que existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la percepción del aroma entre las dos fórmulas. Favoreciendo en este caso a la fórmula 2.

Tabla 8: Prueba de Wilcoxon para la variable aceptabilidad general.

Obs 1	Obs 2	N	Suma (r+)	E (r+)	Var (r+)	Media (dif)	DE (dif)	Z	p (2 colas)
-------	-------	---	-----------	--------	----------	-------------	----------	---	-------------

F. 1	F. 2	34	216,0	297,5	3201,13	0,03	0,76	-1,44	0,5882
------	------	----	-------	-------	---------	------	------	-------	--------

Fuente: Elaboración propia en Software Infostat 2020® (2025).

No existe diferencia significativa entre las fórmulas 1 y 2 en cuanto a la variable aceptabilidad general.

4.4 Análisis bromatológico

Los análisis bromatológicos de la harina de maíz Tizate fueron realizados en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los parámetros analizados se muestran en la tabla 9.

Tabla 9: Resultados de análisis bromatológico de harina.

Parámetros	Valores
Humedad	3,46%
Ceniza	1,58%
Proteína Cruda	10,72%
Extracto Etéreo	4,70%
Fibra Cruda	0,00%
Carbohidratos	83,00%
Fósforo (P)	0,2867%
Calcio (Ca)	0,0154%

Fuente: Laboratorio de química agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (2025).

4.4.1 Humedad

Según el Codex Alimentarius para la harina de trigo el máximo de humedad admisible es 15% m/m (Comisión del Codex Alimentarius, 2023). La norma salvadoreña obligatoria NSO 67.03.02:08 Harinas, establece un límite de 14% de humedad. En el presente estudio se comprobó que la harina de maíz Tizate poseía una humedad 3,46%, este es un buen indicio para la vida útil del producto, pues su nivel de humedad es muy bajo.

4.4.2 Ceniza

La ceniza es el residuo inorgánico que queda después de eliminar el agua y la materia orgánica mediante el calentamiento en presencia de agentes oxidantes, lo que proporciona una medida de la cantidad total de minerales que contiene un alimento (Harris y Marshall, 2017). En este estudio el valor de la ceniza fue 1,58%, este valor es un parámetro normal para el maíz, ya que para Reyes et al. (2017), el valor promedio es de 1,40%.

4.4.3 Proteína Cruda

De acuerdo con diversos autores, el contenido de proteína cruda en la harina de maíz varía entre el 6% y el 12% (Reyes et al., 2017; Quina y Pamo, 2023; Shawa et al., 2020). En este estudio, se determinó que la harina de maíz de la variedad Tizate contiene un 10,72% de proteína cruda. Por su parte, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) reporta que sus variedades de Alta Calidad Proteica (ACP) tienen un promedio de 10,46% de proteína cruda (CENTA, 2018). A pesar de esta similitud en los niveles de proteína cruda, no se puede clasificar al maíz Tizate como ACP sin conocer sus concentraciones de triptófano y lisina, aminoácidos esenciales que caracterizan a las variedades ACP. Cabe destacar que el nivel de proteína cruda registrado en la harina de maíz Tizate es significativo y podría explicar por qué esta variedad se utiliza de manera artesanal en la preparación de bebidas tradicionales como el atole o el chilate, ampliamente reconocidas por su valor nutritivo y beneficios para quienes las consumen.

4.4.4 Extracto Etéreo

El extracto etéreo por el método Soxhlet es una técnica analítica que se utiliza para determinar el contenido de grasas y lípidos en una muestra sólida (AOAC, 2020). En el presente estudio el extracto etéreo de la harina de maíz Tizate fue de 4,70%. Este valor está dentro de los parámetros comunes para el maíz que ronda entre 3,6 y 6,2% (UCR, 2011; Campos-Granados y Arce-Vega, 2016).

4.4.5 Fibra Cruda

En el presente estudio, la fibra cruda del maíz variedad Tizate fue de 0,00%. Según Coral y Gallegos (2015), el contenido de fibra cruda en la harina de maíz generalmente oscila entre 1,11 y 1,35%. Las posibles explicaciones para este resultado podrían estar relacionadas con las características del pericarpio del grano de la variedad Tizate, ya que se observó que los granos presentan un pericarpio muy delgado. Otra posible causa podría ser el proceso de molienda, ya que las fibras estructurales podrían haberse reducido a tal punto que no sean detectadas por el método de análisis de fibra cruda utilizado, especialmente considerando que la harina utilizada en este estudio fue molida finamente.

4.4.6 Carbohidratos

Los carbohidratos en la harina de maíz suelen oscilar entre el 71% y el 76%, según reportan Reyes et al. (2017) y Rodríguez y Ventura (2017). Sin embargo, en el presente estudio, el análisis mostró un contenido de carbohidratos del 83%, un valor superior al promedio reportado. Este resultado podría atribuirse a las características particulares del grano de maíz variedad Tizate, el cual presenta un pericarpio delgado y un endospermo predominantemente harinoso, rico en almidón, que es el principal componente de los carbohidratos en el maíz.

4.4.7 Fósforo (P)

El contenido de fósforo (P) en la harina de maíz tostado suele oscilar alrededor del 0,4%, según lo reportado por Reyes et al. (2017). En el presente estudio, el contenido de fósforo fue de 0,2867%, lo que lo sitúa entre el valor mencionado anteriormente y el 0,12%, que Blasco (2019) señala como el contenido de fósforo en harinas refinadas.

4.4.8 Calcio (Ca)

El contenido de calcio (Ca) en la harina de maíz suele oscilar alrededor del 0,04%, según lo reportado por Reyes et al. (2017). En el presente estudio, se determinó un valor de 0,0154%, lo que se considera relativamente bajo. Es importante señalar que la harina de maíz Tizate utilizada en este estudio no fue

nixtamalizada, un proceso que, según Moreno et al. (2012), incrementa el contenido de calcio entre 0,01% y 0,013% en las harinas nixtamalizadas.

4.5 Análisis económico.

Para determinar la viabilidad económica tanto de la harina como del salpor, se tomaron en cuenta los siguientes datos: materias primas, empaque y etiquetado, merma o desperdicio, costos directos, costos indirectos, IVA y porcentaje de utilidad, estos datos permitieron obtener un precio de venta.

4.5.1 Análisis económico de harina de maíz

El análisis económico de la producción de harina de maíz determinó que el precio de venta de la presentación comercial (bolsa de 400 g) es de USD 2.78, considerando un margen de utilidad del 40%, como se detalla en la tabla 10. El margen para harinas comunes se establece en un 20% (Espinoza et al, 2023). Según estudios previos, en productos como las harinas especiales, los márgenes de utilidad pueden oscilar entre el 40% y el 60%, dependiendo de factores como la exclusividad del producto, el mercado objetivo y la estructura de costos. Este rango refleja el valor agregado que estas harinas ofrecen, como su calidad superior o sus características diferenciadas, las cuales justifican un precio premium en comparación con las harinas comunes (Howard, 2023).

Tabla 10: Costo de harina de maíz en USD

Detalle	Harina (Bolsa de 400 g)
Costo de producción	\$1.57
Utilidad (40%)	\$0.53
IVA (13%)	\$0.28
Empaque y etiqueta	\$0.30
Precio de venta bolsa de 400 g	\$2.78

Fuente: Elaboración propia (2025).

4.5.2 Análisis económico de salpor de maíz

El análisis económico de la producción del salpor de maíz indica que el costo de producción para una unidad de 50 gramos para la fórmula 1 es de USD 0.50, mientras que para la fórmula 2 es de USD 0.46. Aplicando para ambas un margen de utilidad del 20%, como se detalla en la tabla 11. Esto concuerda con Chocooj (2010), donde el 20% de utilidad en pan dulce es aceptable.

Tabla 11: Costos de salpores de maíz en USD

Detalle (unidad de 50 g)	Fórmula # 1	Fórmula # 2
Costo de producción	\$0.37	\$0.34
Utilidad (20%)	\$0.07	\$0.07
IVA (13%)	\$0.06	\$0.05
Precio de venta unidad	\$0.50	\$0.46

Fuente: Elaboración propia (2025).

5. CONCLUSIONES

Se concluye que:

La estandarización del proceso de elaboración de harina de maíz Tizate permitió establecer parámetros precisos y reproducibles para obtener una materia prima con características consistentes y de calidad adecuada para su uso en la repostería.

El garantizar la repetitividad y control de calidad en la producción de la harina de maíz Tizate, facilita su posible escalabilidad a nivel comercial o artesanal.

A pesar de la popularidad del maíz Tizate en la zona oriental de El Salvador, hasta la fecha, instituciones como el CENTA o universidades no han realizado estudios específicos para determinar su contenido nutricional, en particular su nivel de proteína. Su valor nutricional era conocido únicamente de manera empírica, basado en la percepción de los consumidores, quienes lo consideraban una variedad altamente nutritiva. Sin embargo, el análisis bromatológico realizado en esta investigación confirmó que el maíz Tizate posee un contenido de proteína superior al de un maíz promedio, respaldando así las apreciaciones de los consumidores.

El análisis sensorial de los productos de repostería elaborados con harina de maíz Tizate permitió identificar diferencias significativas en las variables de textura y aroma a favor de la Fórmula 2, la cual contenía una mayor proporción de esta harina. Este resultado destaca el impacto positivo de la harina de maíz Tizate en dichas características sensoriales.

En el análisis sensorial, las variables de sabor y aceptación general, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas, lo que sugiere que todas cumplen con las expectativas de los consumidores en estos aspectos.

Ambas formulaciones evaluadas sensorialmente fueron bien aceptadas por los consumidores en términos de sabor y aceptación general, a pesar de las modificaciones realizadas a la receta artesanal original, las cuales incluyeron la eliminación de algunos ingredientes.

El alto costo de la materia prima encarece considerablemente la producción de la harina de maíz Tizate, lo que, a su vez, impacta en el precio final de los productos elaborados con ella, como el salpor. Esto dificulta su competitividad en el mercado frente a otros productos de repostería elaborados con harinas más económicas.

Si bien el costo elevado de la materia prima afecta la rentabilidad, estrategias como la producción a pequeña escala para mercados especializados, pueden contribuir a mejorar la viabilidad comercial del proyecto.

La harina de maíz Tizate podría destacar por sus ventajas nutricionales en comparación con otras harinas refinadas, lo que la posiciona como una alternativa más saludable y natural, alineada con las tendencias actuales de consumo.

La producción de harina de maíz Tizate fomenta el uso de variedades criollas, lo que puede contribuir a la conservación de la biodiversidad agrícola y al fortalecimiento de las cadenas productivas locales.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

Considerando que el alto costo del maíz encarece la producción de harina y por ende también la de los productos que se elaboran con ella, es recomendable explorar alternativas para reducir este impacto. Una opción viable es la negociación directa con los productores para obtener maíz Tizate a un precio más accesible, lo que contribuiría a mejorar la rentabilidad y competitividad del producto final.

Para mejorar la eficiencia y reducir costos en la producción de productos derivados, se recomienda desarrollar y evaluar nuevas formulaciones que optimicen el uso de la harina de maíz Tizate, reduciendo su cantidad sin comprometer la calidad sensorial. Esto puede lograrse mediante pruebas sensoriales que permitan identificar la proporción óptima de ingredientes, garantizando una buena aceptación por parte de los consumidores.

Dado que la harina de maíz Tizate es apreciada por sus atributos específicos dentro de un nicho de mercado particular, se recomienda orientar su comercialización hacia este segmento de consumidores, destacando sus características diferenciadoras y su valor agregado.

Implementar estrategias de marketing que destaquen los atributos diferenciadores de la harina de maíz Tizate, resaltando su origen, beneficios sensoriales y valor cultural, con el fin de justificar un precio más alto en segmentos dispuestos a pagar por productos especiales.

Por otro lado, también se recomienda desarrollar e implementar estrategias de comercialización que resalten las propiedades nutricionales de la harina de maíz Tizate y los productos elaborados con ésta.

En particular, se recomienda destacar su alto contenido de proteína cruda (10,50%), lo que la posiciona dentro del rango superior de calidad proteica en comparación con otras harinas de maíz. Esta información puede ser clave para atraer consumidores interesados en una alimentación más nutritiva. Además, se sugiere complementar con campañas educativas para reforzar su posicionamiento en el mercado.

Para garantizar la calidad y seguridad del producto en el mercado, se recomienda realizar estudios sobre la vida útil de la harina de maíz Tizate, evaluando factores como estabilidad microbiológica, humedad y condiciones óptimas de almacenamiento. Esto permitirá ofrecer un producto con mayor respaldo técnico y mejores condiciones de conservación.

Se recomienda investigar otras variedades de maíz criollo utilizadas en la elaboración de alimentos autóctonos en el país, con el objetivo de documentar sus propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales. Esto permitiría ampliar

el conocimiento sobre su potencial en la industria alimentaria y fomentar su valorización y preservación.

Llevar a cabo estudios en toda la zona oriental del país para identificar las principales áreas productoras de maíz Tizate. Si bien en el presente estudio el grano fue obtenido en San Luis de la Reina (San Miguel) y Cacaopera (Morazán), aún se desconoce el nivel de producción, utilización y conservación de esta variedad en otras regiones. Esta investigación permitiría recopilar información clave para su preservación y posible impulso en el mercado.

Realizar una evaluación agronómica de la variedad bajo un manejo con prácticas sostenibles, para determinar rendimientos y factibilidad económica; además de los beneficios que supone para los consumidores y el medio ambiente el producir bajo ese enfoque.

Formular y evaluar un proyecto para la instalación de una planta procesadora dedicada exclusivamente a la producción de harina de maíz Tizate. Este estudio debería incluir un análisis de viabilidad técnica, económica y comercial, considerando costos de inversión, escalabilidad del proceso, demanda potencial y rentabilidad. Los resultados permitirán determinar si su producción a mayor escala es sostenible y competitiva en el mercado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, K. (2024). Panificadores resienten altos costos de producción de pan en El Salvador. *La Prensa Gráfica*.
<https://www.laprensagrafica.com/economia/Panificadores-resienten-altos-costos-de-produccion-de-pan-en-El-Salvador-20240104-0001.html>
- Álvarez-Buylla, E.R., Piñeyro, A. (2013). El maíz en peligro ante los transgénicos: Un análisis integral sobre el caso de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad.
- Álvarez Pala, A., García Gubert, J., Martín Gómez, C., Moliner Moreno, M., Peña Romero de Tejada, A., Vecillas Fernández, P. (2023). Celiaquía e intolerancia al gluten. *Revista Sanitaria de Investigación*, 4(4).
<https://revistasanitariadeinvestigacion.com/celiaquia-e-intolerancia-al-gluten/>
- Asociación de Celíacos y sensibles al gluten. 2022.
<https://www.celiacosmadrid.org/novedades/noticias/estado-actual-de-la-enfermedad-celiaca/>
- Association of Official Analytical Collaboration International (AOAC). (2020). Official methods of analysis of AOAC International (21st ed.).
- Ávila Miramontes, J. A., Ávila Salazar, J. M., Martínez Heredia, D., & Rivas Santoyo, F. J. (2014). El cultivo del maíz. Universidad de Sonora.
<https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20MAIZ.pdf>
- Ayala Durán, C. (2022). Cadenas de valor agrícola en El Salvador: un estudio a nivel de municipio para el maíz. *Perfiles Latinoamericanos*, 30(59).
<https://doi.org/10.18504/pl3059-003-2022>
- Ayala Durán, C., & Dabdab Waquil, P. (2019). Agricultura orgánica, maíz criollo y extensión rural: percepciones de profesionales salvadoreños. *Realidad Y Reflexión*, 49(49), 106–126. <https://doi.org/10.5377/ryr.v49i49.8068>
- Baidu Dergal, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica* (1ª ed.). Pearson Educación.

Bejar Cisneros, A. J. (2022). Proyecto de exportación maíz gigante de Cusco tostado a Valencia-España [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Alas Peruanas]. Facultad de Ciencias Empresariales y Educación, Escuela Profesional de Administración y Negocios Internacionales.

Blasco, M. (2019, enero 9). Harinas integrales vs. Harinas refinadas. *Bio Eco Actual*. <https://www.bioecoactual.com/2019/01/09/harinas-integrales-vs-harinas-refinadas/>

Bongianino, N.F., Steffolani, M.E., Morales, C.D., Biasutti, C.A. León, A.E. (2023). Technological and Sensory Quality of Gluten-Free Pasta Made from Flint Maize Cultivars. *Foods*, 12(14), 2780. <https://doi.org/10.3390/foods12142780>

Caballero-García, Marco A., Córdova-Téllez, Leobigildo, & López- Herrera, Agustín de J.. (2019). Validación Empírica De La Teoría Multicéntrica Del Origen Y Diversidad Del Maíz En México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(4), 357-366.

Campos-Granados, C.M., Arce-Vega, J. (2016). Sustitutos De Maíz Utilizados En La Alimentación Animal En Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 10(2): 91-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/nat.v10i2.27327>

Cárcamo Escobar, J.E., Portillo Hernández, J.C., Serrano Ortíz, L.M. (2018). Evaluación del rendimiento de maíz (*Zea Mays*), Var. H-59, bajo diferentes frecuencias de fertilización química, durante la etapa fenológica de desarrollo vegetal a formación de grano. [Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad de El Salvador]. Recuperado de <https://repositorio.ues.edu.sv/items/a27c6716-2d76-4be5-b2d6-0d6aad94b1ce>

Cauvain, S. P. (2020). *Elaboración de pan* (3ª ed.).

Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA). (2018). Cultivo de Maiz (*Zea mays* L.). <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-maiz/>

Chocooj Prado, I. V. (2010). Costos y rentabilidad de unidades artesanales (panadería). [Ejercicio Profesional Supervisado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0735_v2.pdf

Comisión del Codex Alimentarius. (2023). *Norma para la harina y la sémola de maíz sin germen (CXS 155-1985)*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>

Coral, V., Gallegos, R. (2015). Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho. *infoANALÍTICA*, 3(1), 9-24.

Cortez Azenon, M.J. (2013). *Saneamiento Y Fitomejoramiento De Maices Criollos Utilizando La Tecnica De Seleccion Masal Estratificada Como Apoyo Al Productor Indigena Salvadoreño*. Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñónez". [%ADces-criollos-utilizando-la-t%C3%A9cnica-de-selecci%C3%B3n-masal..pdf](#)

Cruz Escobedo, A.J., Villajulca-Carrión, J. Y., Guillén-Sánchez, J.S. (2024). Galletas tipo soda elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz nixtamalizado y garbanzo. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 74(1), 1-9. Epub 12 de junio de 2024. <https://doi.org/10.37527/2024.74.1.001>

DellaGiovanna, P. (2022, marzo 30). *Guerra Rusia-Ucrania: Un verano sin girasoles*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/20446>

Dowswell, C. R., Paliwal, R. L., & Cantrell, R. P. (1996). *Maize in the Third World*. (1a ed). Westview Press. <https://doi.org/10.1201/9780429042171>

Espinoza Briones, M. N., Garmendía Espinoza, H. J., & Gómez Flores, I. J. (2023). Plan de negocio para la fabricación y comercialización de harina a base de yuca y maíz en la ciudad de Estelí, en el periodo 2022-2025 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://core.ac.uk/download/591082379.pdf>

FAO-OMS. (2024). About Codex. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>

Fernández Chávez, J. E. (2024). Harina de arroz (*Oryza sativa*), garbanzo (*Cicer arietinum*), sorgo (*Sorghum vulgare*) como sustitutos de trigo en la industria panificadora [Examen Complexivo, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio UTB. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16286>

Flores Barahona, E., Miranda Vásquez, A., Hernández Ramírez, U., Parada-Berrios, F., Iraheta Villatoro, R. (2018). Caracterización morfoagronómica de cinco variedades de maíz criollo (*Zea mays*) en la zona de San Luis Talpa bajo un manejo orgánico. *Revista Agrociencia*, 2(07), 6–16. Recuperado a partir de <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/76>.

Flores Farías, R., Martínez Bustos, F., Salinas Moreno, Y., Ríos, E. (2002). Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. *Agrociencia*, 36(5): 557-567.

Franco Arredondo, M.G. (2021). Evaluación Del Aprovechamiento De La Harina Cruda (Zea Mays) Coproducto De La Molienda Seca De Maíz Mediante La Elaboración De Un Biopolímero Comestible A Nivel Laboratorio (Tesis Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16483/1/Meiby%20Guissela%20Franco%20Arredondo.pdf>

Geimy I, Boluarte A, Cecilia P, Fernández D, Cisneros FH. (2018). Efecto del tipo de agente de pelado, tiempo de cocción y contenido de humedad en la calidad de snacks fritos de maíz blanco gigante (*Zea mays*). *Revista sociedad química de perú*, 84(1):157

García Jiménez, A., Vázquez Ch.L. (2016). Masa y harina de maíz nixtamalizado. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2):78-82.

Glauber, J. (2023, 24 de febrero). *Ucrania un año después: repercusiones en la seguridad alimentaria mundial*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://blog.iica.int/blog/ucrania-un-ano-despues-repercusiones-en-seguridad-alimentaria-mundial>

Gomez Hernandez, J.L. (2016). Diseño Y Caracterización De Un Leudante Funcional Libre De Sodio Para Productos De Panadería. (Tesis Licenciatura). Universidad de los Andes, Colombia.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/9381fd12-5303-4829-b084-75731ea32c8f/content> González, F., Ávila, M., Gil, Y., Velasco, D. (2016). Proceso de fabricación de la harina precocida de maíz. Recuperado de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55685800/proceso-de-harina-de-maiz-precocida-libre.pdf>

González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Estrada Cabral, J. C., Chávez-Muñoz, J. A., Tejero Jiménez, L. (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(3), 669-680. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=2007-0934-remexca-7-03-669-en

Harris GK, Marshall MR. 2017. Ash Analysis. En: Nielsen SS, editor. *Food Analysis*. Cham: Springer International Publishing. p. 287–297 (Food Science Text Series).

Hernández Rodríguez, N., Martínez Fernández, S., Ruiz Ondiviela, B., Gargallo Cuartielles, J., Mallén García, S. Delgado Carcavilla, T. (2021). Celiaquía en adultos.

Una revisión sistemática. *Revista Sanitaria de Investigación*, 2(5). <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/celiaquia-en-adultos-una-revision-sistemica/>

Howard, T. (2023, marzo 14). *Estrategias de precio para vendedores en el mercado de agricultores*. ATTRA - National Center for Appropriate Technology. <https://attra.ncat.org/es/estrategias-de-precios-del-mercado-de-agricultores-para-vendedores/>

Ito, N., Watanabe, T., & Kimura, M. (2018). Reconstrucción de la agricultura prehispánica en El Salvador previo a la erupción volcánica, a través del análisis de suelos. *Revista De Museología & "Kóot & Quot;*, (9), 26–36. <https://doi.org/10.5377/koot.v0i9.5903>

Igartúa, D. E., Sceni, P. (2023). Abordaje experimental para la enseñanza y el aprendizaje de la reacción de Maillard en química de los alimentos. *Educación Química*, 34(número especial). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.86124e>

Jacobo Domínguez, J.R. (2009). *Monografía de formas de vida de la comunidad Octavio Ortiz del Bajo Lempa, municipio de Jiquilisco, Departamento de Usulután*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica de El Salvador]. Recuperado de <https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/tesis/941000638.pdf>

Jácome, G, Tinoco, V. Demetrio, M. (2023). Desarrollo y estandarización de un producto regional a base de cacao y maíz. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 4(2):2872. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.801>

Kato, T.A., Mapes C., Mera L.M., Serratos, J.A, Bye R.A. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.

Khojratty, S., Verpoorte, R., Kodja, H. (2021). Vainillina: biosíntesis, biotecnología y bioproducción. En: Merillon, JM., Kodja, H. (eds) *Fitoquímica, biología y horticultura de las orquídeas*. Serie de referencia en fitoquímica. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11257-8_14-2

Kovalenko, A., Dias, Á., Pereira, L., Simões, A. (2023). Experiencia gastronómica y comportamiento del consumidor: analizando la influencia en la imagen del destino. *Alimentos*, 12 (2), 315. <https://doi.org/10.3390/foods12020315>

- Landa A., Revilla P., Malvar R.A., Butrón A., Ordás A. (2006). Maíz para panificación. *Agricultura* 886: 506-509. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28281896_Maiz_para_panificacion
- Lara, N. (2015). Consistencia Bostwick Y Disminución De Agua En Granos De Maíz (Zea Mays Amilácea) Tostados Con Microondas A Diferentes Tiempo. *Revista de Divulgación Científica y Cultural*, 9:15-22.
- Leret Ponce, R.E. (2011). Estudio gastronómico y nutricional de pan dulce tradicionales comercializados regionalmente en el país (Tesis de grado, Ingeniería en Alimentos). Universidad Dr. José Matías Delgado. Recuperado de <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/opac3/verdetalle.php?idobra=28889>
- Lotufo Haddad, A.M., Della Fontana, F., Bonfiglio, G.V., Armada, M., Goldner, M.C. (2021). Sentimientos, percepciones, emociones: el análisis sensorial, una herramienta científica que nos acerca al consumidor. *La Alimentación Latinoamericana*, (354), 56-61.
- McKee, B.R. (2011). Evidencia del uso agrícola del sitio San Andrés durante el periodo protoclásico.. *La Universidad*, 4(14-15). <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/launiversidad/article/view/202>
- Maloof, G. (2016). Agricultura maya clásica en Joya de Cerén. Plataformas, senderos y otras zonas limpias. *La Universidad*, 4(14-15). Recuperado a partir de <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/launiversidad/article/view/194>
- Méndez Martínez, E. M. (2024). Taspuyujun, Un Pan De Maíz De La Costa Totonaca De Veracruz (México). *Archives on Food, Culture and Nutrition*, Vol. II (2024) 47-64. <https://doi.org/10.17398/3020-3635.2.47>
- Mier, R. (2020). Para cocinar maíz, ve directo al grano. Fundación Tortilla. https://fundaciontortilla.org/Cocina/para_cocinar_maiz_ve_directo_al_grano
- Montilla Arce, J., & Quiñones Tigreros, M. (2010). *Variables de proceso que afectan la producción de la crema de leche*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26443/TRABAJO%20DE%20GRADO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno Guzmán, M. (2021). *Análisis de la prueba de expansión de la harina precocida de maíz utilizando variables intrínsecas del proceso de elaboración*. Fundación

Universitaria Los Libertadores. Recuperado de <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/a2684163-91ad-473a-b54a-6af2890e1e30/content>

Moreno Mejía, C., Iza Iza, P., Bayas Morejon, F., Quiroz Ascii, D. (2012). Comparación de la calidad de harinas de tres variedades de maíz (*Zea-mays*) obtenidas de los procesos de nixtamalización y tostado para la elaboración de sucedáneos del pan. *Academia Journals* 4(2):1016-1023.

Mora García, K. Y. (2019). Porvenir de la producción de semilla de maíz en México ante el posible cambio al ACTA 91 de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/2a7ba5a6-d046-498f-a1a5-c1abda0bc2d2>

Ortíz, O; Flores, H; Alemán, S; Osorio, M; Solórzano, S. (2016). El Salvador: Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV)-CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, SV). 154p.

Ortigoza Guerreño, J., López Talavera, C.A., González Villalba, J.D. (2019). Guía técnica cultivo de maíz. San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA. https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/qt_04.pdf

Osorio, M. de J., & Mejía, C. A. (2002). Release of the HQ-61 corn hybrid among farmers in El Salvador. *Agronomía Mesoamericana*, 13(2), 153–157. <https://doi.org/10.15517/am.v13i2.12072>

Organismo Salvadoreño de Normalización. (2008). NSO 67.03.02:08: *Harinas. Harina de maíz nixtamalizado*.

Organismo Salvadoreño de Normalización. (2008). NSO 67.30.01:04: Productos de panadería. Clasificación y especificaciones del pan dulce.

Pétel, C., Onno, B., Prost, C. (2017). Sourdough volatile compounds and their contribution to bread: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59: 105-123. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.015>.

Peón Sánchez, T., Morón Esteban, A.M., Cólera Gómez, I., Ardid Pardo, M., Gabro Marcén, A.S., Aced Magaña, R. Aumento del número de pacientes con celiaquía. *Revista Sanitaria de Investigación*, 5(8).

<https://revistasanitariadeinvestigacion.com/aumento-de-numero-de-pacientes-con-celiacua/>

Quina Suni, J.R., Pamo Cruz, G.A. (2023). Elaboración De Pan Sin Gluten Con Almidón De Maíz Y Mezcla De Hidrocoloides; Enriquecido Con Proteína Aislada De Soja. (Tesis Licenciatura). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/120a0aae-ca05-41e9-8035-c6d65a58af55/content>

Revilla, P., Landa, A., Rodríguez, V.M., Romay, M.C., Ordás, A., Malvar, R.A. (2008). Maize for bread under organic agriculture. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(2): 241-247.

Reyes García, M., Sánchez Prieto, I., Espinoza Barrientos, C. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima : Instituto Nacional de Salud.

Rooney, L. W., Suhendro, E.L. (1999). Perspectives on nixtamalization (alkaline cooking) of maize for tortilla and snacks. *Cereal Foods World* 44(7) 466-470.

Rodriguez Ostorga, C.E., Ventura Caceres, J.T. (2017). Elaboración de un Snack a base de harina de maíz (*Zea mays*) y yuca (*Manihot esculenta*); fortificada con teberinto (*Moringa oleífera*) para reducir la subalimentación. Su análisis bromatológico y análisis sensorial. (Tesis Licenciatura). Universidad Dr. Jose Matias Delgado, San Salvador, El Salvador. [http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3701/1/0002683-](http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3701/1/0002683-ADTESRE.pdf)

[ADTESRE.pdf](http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3701/1/0002683-ADTESRE.pdf)

Rodriguez Sandoval, E., Manjarres-Pinzon, G., Castro-Sanchez, A., Lopez-Ochoa, J.D., Gil-Gonzalez, J. (2024). «Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan», *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 12(1):45–54.

Severiano-Pérez, Patricia. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?. *Inter disciplina*, 7(19), 47-68. <https://doi.org/10.22201/ceiach.24485705e.2019.19.70287>

Schiraldi, A., Fessas, D. (2012). *Elaboración de pan: Mejorando la calidad*. En la serie *Woodhead Publishing sobre ciencia, tecnología y nutrición de los alimentos* (2ª ed.). Woodhead Publishing.

Shawa, H., Biljon, A., & Labuschagne, M. T. (2021). Protein quality and quantity of quality protein maize (QPM) and non-QPM hybrids under optimal and low nitrogen conditions. *Cereal Chemistry*, 98(3), 507–516. [doi:10.1002/cche.10390](https://doi.org/10.1002/cche.10390)

- Shewry, P. (2019). What Is Gluten—Why Is It Special? *Front. Nutr.* 6, 101.
- Šmídová, Z., Rysová, J. (2022). Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*, 11(3), 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Universidad de Costa Rica, Facultad de Agroalimentarias, Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. (2011). *Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales* (L. Mata Arias, Ed.). Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/53773d6a-e21e-4276-b047-dacc0c64944a/content>
- Vargas Sánchez, G. (2017). El mercado de harina de maíz en México: Una interpretación microeconómica. *Economía Informa*, (405), 5-20. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/405/01Vargas.pdf>
- Vega, G. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 13(38), 27-32. Recuperado de http://mixteco.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf
- Vela, E. (2011). “La cocina del maíz. *Arqueología Mexicana*, 38: 72-77. Recuperado de <https://www.culinaryartschool.edu.mx/cocinasdemexico/Biblioteca/unidad-2/bloque10/la-cocina-del-maiz.pdf>
- Verified Market Reports. (2024). *Cornbread mix market size and forecast*. Retrieved November 14, 2024, from <https://www.verifiedmarketreports.com/product/cornbread-mix-market/>
- Wen, S., Wen, N., Pang, J., Langen, G., Brew-Appiah, R. A. T., Mejias, J. H., Osorio, C., Yang, M., Gemini, R., Moehs, C. P., Zemetra, R. S., Kogel, K.-H., Liu, B., Wang, X., von Wettstein, D., Rustgi, S. (2012). Structural genes of wheat and barley 5-methylcytosine DNA glycosylases and their potential applications for human health. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109: 20543–20548.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1: Acta de PFG o chárter

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 15/10/2024	Nombre del proyecto: Formulación y evaluación del proyecto “Desarrollo de harina de maíz (<i>Zea mays</i>) variedad Tizate para repostería”
Fecha de inicio del proyecto: Octubre de 2024	Fecha tentativa de finalización: Enero de 2025
Tipo de PFG: (tesina / artículo)	
Objetivos del proyecto: Objetivo general Elaborar un proyecto para la elaboración de harina de maíz (<i>Zea mays</i> variedad Tizate), a ser utilizada en la producción de productos de repostería, a fin de determinar su viabilidad técnica y económica. Objetivos específicos 1- Aplicar un procedimiento de elaboración de harina de maíz (<i>Zea mays</i> - variedad Tizate), para su estandarización para uso en productos de repostería. 2- Analizar las características sensoriales de los productos de repostería, para la selección de la formulación que se ajusta a lo esperado. 3- Evaluar la viabilidad económica del proyecto de harina de maíz variedad Tizate para repostería, con el fin de ajustarla a los gustos y preferencias de los consumidores.	
Descripción del producto: El proyecto de investigación se centra en la elaboración de harina de maíz (<i>Zea mays</i> -variedad Tizate), específicamente diseñada para la elaboración de productos de repostería. La harina se obtendrá a través de un proceso estandarizado que busca resaltar las cualidades sensoriales únicas propias de la variedad Tizate, tales como su sabor, textura y valor nutritivo. La harina resultante se evaluará de acuerdo con sus propiedades bromatológicas y características sensoriales, de acuerdo con su potencial para satisfacer las necesidades del mercado de repostería. Por lo tanto, se considera importante la estandarización del procedimiento a seguir para la obtención de la harina de maíz, ya que es relevante el tomar en cuenta los gustos y preferencias de los consumidores potenciales.	
Necesidad del proyecto: Actualmente, existe una demanda creciente de ingredientes especializados en la repostería que ofrezcan características diferenciadas y de alta calidad. La harina de maíz variedad Tizate puede llenar un nicho en el mercado nostálgico, puesto que, en la zona oriental de El Salvador, esta harina era la base de la repostería autóctona, con la que se elaboran productos como: totopostes, quesadillas, salpores, semitas, chilate, entre otros. Además, por sus características, también puede llenar un nicho en el mercado de los productos sin gluten. Este proyecto busca satisfacer esas demandas y aprovechar las oportunidades.	
Justificación de impacto del proyecto: El proyecto de desarrollo de harina de maíz variedad Tizate, busca satisfacer la creciente demanda de ingredientes especializados en la repostería que ofrezcan características únicas y de alta calidad. La harina de maíz Tizate tiene el potencial de llenar un nicho en el mercado	

de los productos sin gluten, además, rescatar nuestras recetas tradicionales y conservar esta variedad de maíz. Implementar este proyecto no solo permitirá generar beneficios económicos al crear nuevas oportunidades de negocio y fortalecer la competitividad en el mercado. Además, contribuirá a diversificar el portafolio de productos y apoyar a los productores locales, marcando un impacto positivo en la industria alimentaria.

Restricciones:

El proyecto podría enfrentar varias restricciones potenciales, incluyendo la limitada disponibilidad de maíz variedad Tizate ya que es una variedad criolla, lo cual podría afectar la producción y el suministro constante de harina. Los costos asociados con la estandarización del proceso podrían ser elevados, impactando la viabilidad económica. Además, cumplir con las normativas y regulaciones relacionadas con la producción y comercialización de alimentos puede imponer desafíos adicionales. Finalmente, la aceptación del mercado dependerá de la calidad del producto, el precio y la competencia con otras alternativas, lo que podría influir en la recepción y éxito del producto en el sector de la repostería.

Entregables:

Avances periódicos del desarrollo del PFG al tutor (a).
 Entrega del documento aprobado al lector (a) para su revisión y para su posterior aprobación y calificación.
 Tribunal evaluador (tutor (a) y lector(a), entregan calificación promediada.

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s): Reposteras tradicionales; Restaurantes; Panaderías y Supermercados
Cliente(s) indirecto(s): Salvadoreños en el exterior y Comensales de los comercios que utilizan la harina.

Aprobado por Director MIA: Dr. Félix Modesto Cañet Prades	Firma:
Aprobado por profesora Seminario Graduación: MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez	Firma:
Estudiante: <i>Inga. Agr.Ind. Mariana Luz Guzmán Cruz</i>	Firma

8.2 Anexo 2: Ficha de evaluación para prueba sensorial de salpor de maíz.

1. Recibirá dos muestras codificadas con números aleatorios.
2. Pruebe primero la muestra con el código menor y luego la siguiente.
3. Entre cada muestra, tome un sorbo de agua y espere al menos 30 segundos antes de probar la siguiente.
4. Evalúe cada atributo (sabor, textura, aroma y aceptación general) en la hoja de evaluación utilizando la escala de 9 puntos, donde:

1 =	Me disgusta extremadamente
2 =	Me disgusta mucho
3 =	Me disgusta moderadamente
4 =	Me disgusta ligeramente
5 =	Ni me gusta ni me disgusta
6 =	Me gusta ligeramente
7 =	Me gusta moderadamente
8 =	Me gusta mucho
9 =	Me gusta extremadamente

5. Complete la evaluación de cada atributo antes de continuar con la siguiente muestra.

IMPORTANTE

- No es necesario comer toda la muestra, pruebe la cantidad que considere suficiente para evaluarla.
- No hay respuestas correctas o incorrectas. Su opinión es lo que más nos interesa.
- Si tiene dudas, consulte con el evaluador antes de comenzar.

Tabla de clasificación del panelista

Código de Muestra	Sabor	Textura	Aroma	Aceptación General
	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>
	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/>

¡Agradezco su participación y sinceridad en esta evaluación!

8.3 Anexo 3: Variables tomadas en cuenta en las pruebas sensoriales.

Día	Evaluadores	Muestras Presentadas	Código Muestra 1	Código Muestra 2
1	11	F1 (Batch 1) vs. F2 (Batch 1)	457	359
2	11	F1 (Batch 2) vs. F2 (Batch 2)	832	186
3	11	F1 (Batch 3) vs. F2 (Batch 3)	469	748

8.4 Anexo 4: Análisis bromatológico de la harina de maíz Tizate.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
 DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA
 Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria, Apdo. Postal N° 747 y 773, Tel. 2225-15 06. Tel. 2226-2043



INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación de muestra: Harina de maíz tizate
Código Interno: MXU01
Tipo de muestra: vegetal
Nombre del Cliente: Ever Martinez
Análisis solicitado: Humedad, Ceniza, Proteína, Fibra Cruda, Extracto Etéreo, Carbohidratos, Ca, P
Fecha de recepción: 20/01/2025
Fecha de análisis: 20/05/2025

Determinación	Muestras		Metodología
	Horchata MXP12	Unidades	
Humedad	3.46	%	Gravimétrico
Ceniza	1.58	%	Gravimétrico
Proteína Cruda	10.72	%	Micro-Kjedahl
Extracto Etéreo	4.70	%	Soxhlet
Fibra Cruda	0.00	%	Ankom
Carbohidratos	83.00	%	Diferencia
Fósforo (P)	2866.69	ppm	UV
Calcio (Ca)	174.52	ppm	Espectrofotometria AA

Resultados en base seca

Fecha de elaboración de informe: 12/02/2025

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

MSc. Freddy Alexander Carranza
 Jefe del Departamento de Química Agrícola



Lic. Guillermo Jacob Pineda
 Responsable de Laboratorio

8.5 Anexo 5: Costeo de harina de maíz.

INSUMOS	PRESENTACION	PRECIO	PRECIO UNITARIO
Maíz	Kilogramo	\$2.20	\$2.20
	19% desperdicio		\$0.42
	Sub-Total		\$2.62
	30% Costo directo		\$0.79
	Sub-Total		\$3.40
	15% Costo indirecto		\$0.51
	Sub-Total		\$3.91
	40% de utilidad		\$1.57
	Sub-Total		\$5.48
	13% IVA		\$0.71
	Sub-Total		\$6.19
	Rendimiento		2.5
	Costo unitario		\$2.48
	Empaque y etiqueta		0.3
	Precio de venta por porción (bolsa de 400 g)		\$2.78

Fuente: Elaboración propia (2025).

8.6 Anexo 6: Costeo de salpor de maíz fórmula # 1.

INSUMOS	PRESENTACIÓN COMERCIAL	PRECIO	COSTO POR GRAMO	CANTIDAD UTILIZADA EN RECETA (g)	COSTO POR RECETA
Harina de maíz	libra	\$3.09	\$0.01	174,6	\$1.19
Crema de leche	bolsa de 280 gramos	\$1.65	\$0.01	71,4	\$0.42
Azúcar	bolsa de 500 g	\$0.52	\$0.00	63,5	\$0.07
Manteca	bolsa de 200 g	\$0.60	\$0.00	63,5	\$0.19
Leche	litro	\$1.75	\$0.00	15,9	\$0.03
Levadura	barra de 454 g	\$1.50	\$0.00	4,8	\$0.02
Royal	Bote de 3,5 onzas	\$0.90	\$0.01	4,8	\$0.04
Vainilla	Bote de 6,8 onzas	\$0.90	\$0.00	1,6	\$0.01
COSTO TOTAL					\$1.96
Sub-Total					\$1.96
30% Costo directo					\$0.59
Sub-Total					\$2.55
15% Costo indirecto					\$0.38
Sub-Total					\$2.93
20% de utilidad					\$0.59
Sub-Total					\$3.52
13% IVA					\$0.46
Total					\$3.97
Rendimiento					8
Precio de venta por porción					\$0.50

Fuente: Elaboración propia (2025).

8.7 Anexo 7: Costeo de salpor de maíz fórmula # 2

INSUMOS	PRESENTACIÓN COMERCIAL	PRECIO	COSTO POR GRAMO	CANTIDAD UTILIZADA EN RECETA (g)	COSTO POR RECETA
Harina de maíz	libra	\$3.09	\$0.01	180	\$1.23
Crema de leche	bolsa de 280 gramos	\$1.65	\$0.01	38	\$0.22
Azúcar	bolsa de 500 gr	\$0.52	\$0.00	64,4	\$0.07
Manteca	bolsa de 200 gr	\$0.60	\$0.00	54	\$0.16
Leche	litro	\$1.75	\$0.00	54	\$0.09
Levadura	barra de 454 gr	\$1.50	\$0.00	4	\$0.01
Royal	Bote de 3,5 onzas	\$0.90	\$0.01	4	\$0.04
Vainilla	Bote de 6,8 onzas	\$0.90	\$0.00	1,6	\$0.01
COSTO TOTAL					\$1.83
Sub-Total					\$1.83
30% Costo directo					\$0.55
Sub-Total					\$2.38
15% Costo indirecto					\$0.36
Sub-Total					\$2.74
20% de utilidad					\$0.55
Sub-Total					\$3.28
13% IVA					\$0.43
Total					\$3.71
Rendimiento					8
Precio de venta por porción					\$0.46

Fuente: Elaboración propia (2025).

8.8 Anexo 8: Fórmulas de salpores con los que se trabajó.

INGREDIENTES	Formula artesanal (%)	Fórmula # 1 (%)	Fórmula # 2 %
Harina de maíz	43	43,6	45
Crema de leche	18	18	16,1
Azúcar	16	16	13,5
Manteca vegetal	4,3	16	13,5
Leche	5	4	9,5
Levadura	0,3	1	1
Royal	0,3	1	1
Vainilla	0,3	0,4	0,4
Manteca de cerdo	7,6		
Margarina	5,2		
TOTAL	100	100	100

Fuente: Elaboración propia (2025).

