

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS

TESIS DE GRADO

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN
DE UN SNACK A BASE ZANAHORIA
(*DAUCUS CAROTA*) Y HARINA DE
MAÍZ (*ZEA MAYS* L.)

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN NUTRICIÓN Y
ALIMENTACIÓN SUSTENTABLE

PRESENTA

L.N. VERA GALLEGOS CÉSAR ULYSSES

DIRECTOR DE TESIS

DR. VELA GUTIÉRREZ GILBER

CO-DIRECTORA

DRA. PALACIOS POLA GABRIELA





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 05 de agosto de 2025

Oficio No. SA/DIP/0869/2025

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. César Ulysses Vera Gallegos

CVU: 1258265

Candidato al Grado de Maestro en Nutrición y Alimentación Sustentable

Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos

UNICACH

Presente

Con fundamento en la **opinión favorable** emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UN SNACK A BASE ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) Y HARINA DE MAÍZ (*ZEA MAYS L.*)** cuyo Director de tesis es el Dr. Gilber Vela Gutiérrez (CVU: 206065) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Maestro en Nutrición y Alimentación Sustentable**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento impreso, así como realizar la entrega en esta Dirección de un ejemplar empastado.

Atentamente
"Por la Cultura de mi Raza"


Dra. Dulce Karol Ramírez López
DIRECTORA



C.c.p. Dra. Leonides Elena Flores Guillen, Directora de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH. Para su conocimiento.

Mtra. Brenda Lorena Cruz López, Coordinadora del Posgrado, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH. Para su conocimiento.

Archivo/minutario.

EPL/DKRL/igp/gtr



2025, Año de la mujer indígena
Año de Rosario Castellanos

Ilustración: Noé Zenteno



Ciudad Universitaria, libramiento norte
poniente 1150, col. Lajas Maciel C.P. 29039.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
investigacionyposgrado@unicach.mx

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Gilber Vela Gutiérrez, cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de esta investigación, desarrollada en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Agradezco también al comité tutorial, conformado por la Dra. Veymar Guadalupe Tacias Pascacio y la Dra. Erika Judith López Zúñiga, por sus valiosas aportaciones y el tiempo dedicado a este proyecto. A mi codirectora, la Dra. Gabriela Palacios Pola, por el tiempo brindado para la asesoría en esta investigación.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por la beca otorgada durante mis estudios de posgrado, la cual fue de gran ayuda para la realización de este proyecto.

A mi familia, especialmente a mi prima Ceci y a mi padre Rafael, por su incondicional apoyo, palabras de aliento y cariño. Gracias por creer en mí y estar presente en cada paso.

Agradezco de manera especial a la Mtra. y amiga Ivonne Anahí López Miceli, cuyo acompañamiento y consejos fueron esenciales para el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos, compañeros de laboratorio y colegas: Cristóbal, Amairani, Berenice, Aylin, Sofía, Mtra. Ceci, Nayeli, Joao y Kristell, gracias por su compañía, apoyo y amistad en los momentos de estrés y alegría. Ustedes fueron mi red de contención, y su presencia hizo que este proceso fuera más llevadero y significativo.

Finalmente, agradezco a la Dirección de Investigación y Posgrado por el respaldo brindado, el cual fue clave para poder concluir esta importante etapa de mi formación profesional.

DEDICATORIA

A mi madre, Aurora Gallegos Moran:

Aunque no puedas leer estas palabras, quiero expresarte mi más profundo agradecimiento. tus enseñanzas y tu amor han sido mi guía constante, y tu recuerdo, una fuente de fuerza en los momentos más difíciles. tu ausencia es, paradójicamente, lo más presente en mi vida. te extraño cada día, y este logro, sin duda,

CONTENIDO

Introducción.....	1
Planteamiento del problema	3
Justificación.....	5
Objetivos.....	6
Marco teórico.....	7
Patrones de consumo alimentario	7
Patrón de consumo alimentario en México	8
Distribución de gastos en sector alimentario en la familia mexicana.....	10
Alimentos procesados.....	10
Formulación de alimentos industrializados	12
Etiquetado de alimentos industrializados	13
Consumo de alimentos procesados y ultraprocesados.....	14
Consecuencias de ingesta de alimentos procesados y ultraprocesados	15
Sobrepeso y obesidad	15
Sobrepeso y obesidad en México	17
Alimentación saludable	17
Consumo de vegetales	18
Aporte nutricional de los vegetales	19
Productos industrializados saludables, snacks.....	19
Snacks saludables	20
Antecedentes.....	21
Metodología.....	23
Tipo de estudio y diseño de la investigación.....	23
Población	23
Muestra y muestreo	24
Criterios de selección.....	24
Criterios de inclusión.....	24
Criterios de exclusión	24
Criterios de eliminación.....	24
Variables.....	25
Desarrollo de la investigación	26
Elaboración del snack.....	26

Evaluación sensorial	28
Determinación químico proximal	28
Evaluación del color	29
Determinación de la actividad de agua.....	29
Evaluación microbiológica	29
Cuantificación de microorganismos coliformes totales en placa	30
Cuantificación de mohos y levaduras	30
Método de referencia para el aislamiento de <i>Salmonella spp.</i>	30
Análisis estadístico	31
Resultados y discusión	32
Elaboración del snack.....	32
Evaluación sensorial	33
Análisis químico proximal.....	37
Análisis de color	40
Determinación de actividad de agua.....	43
Análisis microbiológico.....	45
Descripción del producto.....	48
Conclusiones.....	50
Propuestas y/o recomendaciones	51
Anexos	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama para la elaboración del snack.....	26
Figura 2. Snack terminado.....	28
Figura 3. Evaluación de color en día 0 (D0) y día 120 (D120) de almacenamiento.	41
Figura 4. Producto etiquetado y empaquetado.	48
Figura 5. Etiqueta del snack.	49
Figura 6. Solicitud de consideraciones bioéticas para aplicación de evaluación sensorial.	59
Figura 7. Platilla de evaluación sensorial.	60
Figura 8. Carta de consentimiento informado.	61
Figura 9. Alumnos de la Licenciatura en Nutrición realizando la prueba sensorial.....	62
Figura 10. Alumnos de la Licenciatura en Nutrición realizando la prueba sensorial.....	62
Figura 11. Obtención de grasas en equipo de extracción Soxhlet.	63
Figura 12. Supervisión del proceso de extracción de grasas.	63
Figura 13. Introducción de crisoles en mufla para la obtención de ceniza.....	64
Figura 14. Resultados de contenido de sodio.	65
Figura 15. Muestras limpias de <i>Salmonella spp.</i> de los tres tratamientos.	66
Figura 16. Realización de análisis microbiológico de los tres tratamientos.....	66
Figura 17. Resultados de actividad de agua analizado por ANOVA.	66
Figura 18. Resultados de humedad analizado por ANOVA.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental.....	23
Tabla 2. Categorización de variables.....	25
Tabla 3. Formulación para el snack.....	32
Tabla 4. Análisis sensorial del snack referente al olor.	34
Tabla 5. Análisis sensorial del snack referente al color.	35
Tabla 6. Análisis sensorial del snack referente al sabor.	35
Tabla 7. Análisis sensorial del snack referente a la textura.....	36
Tabla 8. Nivel de aceptabilidad del snack por atributo sensorial.	37
Tabla 9. Composición proximal de las formulaciones del snack.	39
Tabla 10. Contenido de sodio de las formulaciones del snack.....	40
Tabla 11. Valor de color de los snacks por días de almacenamiento.	43
Tabla 12. Resultados de actividad de agua por días de almacenamiento	44
Tabla 13. Resultados de análisis microbiológicos en día 0.	46
Tabla 14. Resultados de análisis microbiológicos en día 120.	47

RESUMEN

Los "snacks" son una variedad de productos alimenticios sencillos de manejar, se presentan en porciones individuales, no necesitan ser preparados y satisfacen el hambre en periodos cortos de tiempo. Actualmente existe una gran variedad de snacks dentro del mercado; estos productos tienen en común el alto aporte calórico y bajo aporte nutricional para la población consumidora. Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue desarrollar y caracterizar un snack saludable a base de zanahoria y harina de maíz nixtamalizado con reducido aporte calórico. Para el cumplimiento del objetivo planteado, se realizó un estudio experimental con enfoque metodológico cuantitativo. En primera instancia, se formuló el snack a partir de los ingredientes seleccionados de acuerdo al diseño experimental; posteriormente, se aplicó una evaluación sensorial de escala hedónica para determinar el nivel de aceptabilidad del producto con 48 jueces no entrenados, en seguida se determinó la composición nutrimental mediante un análisis químico proximal. Finalmente, se realizó un análisis microbiológico conforme a los lineamientos establecidos en las normativas sanitarias correspondientes.

El snack con la adición de 60% de zanahoria (formulación 912), registró el mayor grado de aceptabilidad en comparación con el control. El snack mostró mayor cantidad de minerales, proteína y fibra cruda; así como una reducción calórica que osciló entre el 15.79 y 25.61 %, en comparación con botanas tradicionales de consumo habitual con características similares, además proporciona el 24.43% de la ingesta diaria recomendada de fibra en 100 g de producto. El proceso de elaboración garantiza las propiedades de calidad microbiológica aceptables establecidas por normativas sanitarias presentando ausencia de coliformes totales, *Salmonella spp*, mohos y levaduras, que sumada a la reducida actividad de agua (0.013-0.024), aseguran la calidad y conservación, siendo este una potencial alternativa a los productos industrializados de consumo tradicional para el consumo poblacional.

Palabras clave: snack saludable, puré de zanahoria, harina de maíz, sensorial.

ABSTRACT

"Snacks" are a variety of convenient food products that are easy to handle, offered in individual portions, require no preparation, and satisfy hunger over short periods of time. Currently, there is a wide variety of snacks available in the market; however, these products are typically characterized by high caloric content and low nutritional value for consumers. For this reason, the objective of this study was to develop and characterize a healthy snack made from carrot and nixtamalized corn flour with a reduced caloric content. To achieve this objective, an experimental study with a quantitative methodological approach was conducted. First, the snack was formulated using ingredients selected according to the experimental design. Next, a hedonic scale sensory evaluation was conducted to determine the product's level of acceptability with 48 untrained judges. Then, the nutritional composition was determined through a proximate chemical analysis. Finally, a microbiological analysis was conducted in accordance with the guidelines established in the corresponding health regulations.

The snack with the addition of 60% carrot (formulation 912) recorded the highest degree of acceptability compared to the control. The snack had higher levels of minerals, protein, and crude fiber, as well as a caloric reduction ranging from 15.79% to 25.61% compared to traditional snacks with similar characteristics. It also provides 24.43% of the recommended daily intake of fiber in 100 g of product. The manufacturing process guarantees acceptable microbiological quality properties established by health regulations, with no total coliforms, *Salmonella spp*, molds, or yeasts, which, added to the reduced water activity (0.013-0.024), ensures quality and preservation, making it a potential alternative to traditional industrialized products for population consumption.

Key words: healthy snack, carrot puree, corn flour, sensory.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los patrones de consumo alimentario se han generado de forma paulatina, teniendo como factor principal el proceso de transculturación alimentaria (Ortiz *et al.*, 2016). En México, los snacks se consumen en cualquier momento del día, en cualquier lugar y sin importar el grupo de edad al que pertenezca la población. Los snacks se encuentran disponibles en cualquier región, como consecuencia de las transformaciones políticas, urbanización, económicas, sociales y culturales en el país (Garza y Ramos, 2017).

En la actualidad, existe una gran variedad de snacks dentro del mercado; se presentan con tamaños, colores, texturas, aromas y sabores diversos; en el proceso de elaboración estos snacks son adicionados con edulcorantes y conservadores, para mejorar o modificar las características organolépticas y la vida útil del mismo. Estos productos tienen en común el alto aporte calórico y bajo aporte nutricional para la población consumidora; los alimentos procesados, poseen elevado contenido de grasas saturadas, grasas trans, hidratos de carbono, sodio y porcentajes poco significativos de proteínas, fibra, vitaminas y minerales (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2016; Gobierno de México, 2021). Son pocos los productos industrializados con un bajo aporte calórico y un aporte nutricional saludable para el individuo, de encontrarse, estos productos tienen un costo económico considerablemente elevado, dificultando el acceso para un gran porcentaje de la población (Jones *et al.*, 2014; Darmon y Drewnowski, 2015; Headey y Alderman, 2019). Por esta razón, el propósito de la presente investigación fue desarrollar y evaluar la composición nutricional, nivel de aceptabilidad, calidad microbiológica y vida útil de un snack elaborado a base de puré de zanahoria y harina de maíz nixtamalizado con reducido aporte calórico. Para lograr este objetivo, se realizó un estudio experimental con enfoque metodológico cuantitativo. En primera instancia, se formuló el snack de acuerdo a la materia prima seleccionada y se aplicó una evaluación sensorial para determinar el nivel de aceptabilidad del producto, después se determinó la composición nutrimental mediante análisis químico proximal, posteriormente se realizó el análisis microbiológico. Finalmente, se determinó la vida útil del snack mediante la actividad de agua y el perfil de color. Con base en la metodología establecida, se obtuvieron los siguientes resultados: la evaluación sensorial indicó que la formulación 912 alcanzó el mayor grado de aceptabilidad en comparación con la muestra control (sin adición de zanahoria). En cuanto a la composición nutricional, esta formulación presentó un mayor porcentaje de

cenizas, proteína y fibra, la composición nutricional mostro un mayor porcentaje de cenizas, proteína y fibra dietética. Asimismo, el análisis microbiológico confirmó el cumplimiento de los estándares de calidad microbiológica establecidos por la normativa sanitaria, evidenciando la ausencia de coliformes totales, *Salmonella spp.*, mohos y levaduras. Finalmente, se determinó una vida útil de 120 días de acuerdo a los criterios establecidos.

Los resultados obtenidos permiten concluir que el producto es inocuo y que la incorporación de zanahoria representa una alternativa viable para la sustitución parcial de la harina de maíz nixtamalizado en la elaboración de snacks. Esta adición no solo mejora el perfil nutricional del producto, favoreciendo la ingesta de fibra dietética, sino que también constituye una opción saludable frente a los productos industrializados tradicionales, fomentando un mayor consumo de vegetales en la dieta de la población.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estado de salud nutricional del individuo se debe a diversos determinantes; estos factores son de origen biológico, cultural, social y económico, los cuales interactúan con malos hábitos de alimentación, inadecuados estilos de vida y como consecuencia, un estado de malnutrición en la población (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). En la actualidad, el mundo enfrenta una pandemia de sobrepeso, obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial, derivada, en buena medida de una incorrecta alimentación (Gaona *et al.*, 2023).

Actualmente, la tendencia del consumo de alimentos procesados va en aumento. En 2014, la industria global de alimentos procesados alcanzó un valor de producción de 5,022 miles de millones de dólares. Para el periodo 2014 a 2020 la industria presentó una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 4.5%. La inversión en tecnología se ha incrementado, así como la automatización de los procesos productivos, lo cual ha permitido que la industria sea de las más significativas para la economía, en términos de producción y empleo. México se encuentra entre diez principales productores a nivel mundial de alimentos procesados; en 2014, la producción creció 4% con respecto al año anterior, generando un consumo de 143,845 millones de dólares (Balderas, 2013).

Por otro lado, Gaona *et al.* (2018, 2023) reportaron que, del grupo de alimentos recomendables, las verduras fueron el grupo con menor porcentaje de consumidores sin diferencias por grupo de edad, tipo de localidad de residencia o región del país. De los alimentos no recomendados para consumo cotidiano, las bebidas no lácteas endulzadas presentaron el mayor porcentaje de consumidores, seguidas de las botanas, dulces y postres. Estos alimentos se posicionan muy por arriba del porcentaje que la población reportó consumir frutas, verduras y leguminosas.

La Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) de la Ciudad de México, en 2021, advirtió de los serios riesgos para la salud pública por el incremento creciente en el consumo de alimentos ultra procesados, lo que sitúa a México en el cuarto lugar mundial en este rubro; la nación tiene el liderazgo latinoamericano en la producción y distribución de esos productos y casi una cuarta parte de la energía alimentaria de la población proviene de esas fuentes.

Por ello es necesario el desarrollo de alternativas de aperitivos tipos snacks base de vegetales, con estándares de calidad adecuados, costos accesibles y que sean sensorialmente competitivos con los alimentos procesados, para poder lograr que se

incremente el consumo de ese grupo de alimentos, entonces, ¿Es posible elaborar un snack saludable a base de zanahoria y harina de maíz, que sea sensorialmente aceptable y competitivo con las frituras?

JUSTIFICACIÓN

Una alimentación saludable contribuye a tener un buen estado de salud, a sanar y realizar procesos de recuperación, a combatir enfermedades e infecciones y proteger de la malnutrición en todas sus formas, y a evitar el desarrollo de síndrome metabólico (Bonvecchio *et al.*, 2015). En todo el mundo, las dietas no saludables y la falta de actividad física están entre los principales factores de riesgo para la salud (OMS, 2018). Paralelamente, el aumento de la producción de alimentos procesados, la rápida urbanización y el cambio en los estilos de vida, han dado lugar a un cambio en los hábitos alimentarios. Actualmente, las personas consumen más alimentos hipercalóricos, grasas saturadas, grasa trans, azúcares libres y sodio; por otro lado, gran parte de la población no comen suficientes frutas, verduras y cereales integrales, esto indica una ingesta deficiente de fibra dietética en relación con las recomendaciones establecidas para el consumo diario (OMS, 2018).

De acuerdo con estadísticas de la OPS, en México se compran 212 kilogramos de productos ultra procesados por año por persona; es el país con la mayor venta y distribución de productos en América Latina y el cuarto consumidor de estos productos a nivel mundial, con ventas que se han incrementado 34.5% en los últimos años (SECTEI, 2021). Entre los alimentos ultra procesados, las papas fritas son uno de los productos más consumidos en México, con una media anual de 7.8 kilos por persona, no obstante el 20% de los consumidores pueden llegar a consumir hasta tres veces más que el resto, comprando alrededor de 33 veces al año; mientras que, el consumo de vegetales no satisface las recomendaciones diarias para disminuir la densidad energética en la dieta; además de elegir vegetales regionales y de temporada que son más económicos y de mejor calidad (Carmona, 2023; Gaona *et al.*, 2023).

En ese contexto, en este proyecto de investigación se planteó la formulación de un snack a partir de zanahoria y harina de maíz, que tenga características sensoriales similares a las de un snack convencional. El desarrollo de este nuevo producto busca generar una alternativa de aperitivo saludable con aporte de fibra dietética, reducido en calorías, y sodio, y que con su consumo se promueva la ingesta de vegetales, a la vez que se disminuya el consumo de alimentos procesados que existen actualmente en el mercado, que se caracterizan por contener altas cantidad de grasas, sodios y calorías generando efectos negativos en la salud del consumidor

OBJETIVOS

General

Desarrollar y caracterizar nutricional, microbiológica y sensorialmente un snack saludable de zanahoria y harina de maíz nixtamalizado con reducido aporte calórico.

Específicos

- Estandarizar el proceso de elaboración del snack.
- Evaluar grado de aceptabilidad del snack formulado con un grupo de jueces no entrenados.
- Determinar la composición nutrimental del snack.
- Determinar calidad sanitaria a través de análisis microbiólogo.

MARCO TEÓRICO

PATRONES DE CONSUMO ALIMENTARIO

El patrón de consumo alimentario se define como el conjunto de alimentos que un individuo, familia o grupo de familias consume de manera regular, con una frecuencia mínima estimada de una vez por semana. Estos patrones están profundamente arraigados en los hábitos alimentarios propios de un grupo social y reflejan tanto prácticas culturales como condiciones socioeconómicas (Torres, 2007). La formación de los patrones de consumo está influida por diversos factores, entre los cuales se incluyen el entorno físico, la disponibilidad de recursos, así como las actitudes y los valores sociales. Estos elementos se encuentran estrechamente vinculados al nivel de ingreso y a la capacidad de gasto de los individuos (Galán, 2021). En el ámbito de la nutrición, la cultura, las tradiciones, los modos de vida y las creencias son factores determinantes del comportamiento alimentario, así como del proceso salud-enfermedad, tanto a nivel individual como colectivo. Estos elementos influyen en la elección de los alimentos, en las prácticas de preparación y en los hábitos de consumo, condicionando de manera significativa el estado nutricional de las personas (Gómez y Velázquez, 2019).

Rapallo y Rivera (2019), mencionan que los componentes que conforman la dieta y los hábitos alimentarios en la región han experimentado transformaciones significativas en las últimas tres décadas. Prácticamente en toda América Latina, la disponibilidad de alimentos supera actualmente los requerimientos mínimos recomendados para mantener una vida activa y saludable. En 2017, la disponibilidad promedio de energía alimentaria en América Latina y el Caribe excedía en un 25 % los requerimientos estimados, establecidos en aproximadamente 2,400 kilocalorías por persona al día. Si bien esta tendencia se observa a nivel regional, el comportamiento varía según la subregión. El aumento en la disponibilidad energética puede atribuirse, en parte, a los efectos del crecimiento industrial. A nivel global, se estima que la disponibilidad diaria promedio de energía alimentaria aumentó de 2,380 kcal/persona/día entre 1960 y 1980, a 2,750 kcal/persona/día en el período comprendido entre 2000 y 2013.

Los cambios observados en los patrones alimentarios de América Latina y el Caribe reflejan una transición alimentaria marcada por una creciente incorporación de alimentos de origen animal y una disminución en el consumo de productos tradicionalmente asociados a dietas más sostenibles y saludables, como las leguminosas, cereales y

tubérculos. Aunque se han identificado avances en el incremento del consumo de frutas y hortalizas, estos no han sido suficientes para alcanzar las recomendaciones internacionales, especialmente en lo que respecta a la ingesta de hortalizas, cuyo nivel continúa siendo considerablemente inferior al promedio mundial. Estos cambios dietéticos, influenciados por factores económicos, culturales y del entorno alimentario, presentan desafíos importantes para la salud pública, en tanto que pueden contribuir al aumento de enfermedades crónicas no transmisibles asociadas con dietas hipercalóricas y desequilibradas. En este contexto, resulta fundamental el diseño e implementación de políticas nutricionales integrales que promuevan la disponibilidad, accesibilidad y consumo de alimentos saludables, culturalmente apropiados y sostenibles, con especial énfasis en la educación alimentaria y la regulación de entornos alimentarios en todos los niveles de la sociedad (OPS, 2019).

Patrón de consumo alimentario en México

Se conoce que los alimentos que caracterizan a México son principalmente de los grupos de granos y tubérculos, leguminosas y verduras; de los cuales se destacan, el maíz, los frijoles, el chile, jitomate y cebolla, además de algunas hierbas y condimentos, todos ellos o la mayoría han prevalecido en el patrón alimentario de las familias mexicanas a lo largo de nuestra historia, pero otros han desaparecido de la dieta habitual del mexicano, de algunos el consumo es nulo o de manera exótica, como algunos insectos. El patrón de alimentación actual ha ido tomando la tendencia de incluir alimentos altamente calóricos y pobres en nutrientes, se puede atribuir a que son alimentos de fácil acceso y bajo costo, lo que ha ido desplazando poco a poco algunos alimentos del patrón tradicional (Galán, 2021).

México ha estado cambiando su consumo de alimentos, y esto se ha reflejado en cuánto dinero gasta la gente en alimentos que son buenos para su salud. Están gastando mucho más en alimentos ricos en calorías y poco nutritivos. Esta tendencia está provocando una transición alimentaria y nutricional, lo que significa que la gente está empezando a sustituir los alimentos tradicionales por otros menos saludables. Esto puede aumentar el riesgo de tener sobrepeso y obesidad. Los cambios del patrón de alimentación se deben por un lado a la situación económica del país, apertura de un mercado a bienes, con diversidad en ofertas, globalizado y nuevas formas de distribución; y por otro, una acelerada urbanización desde la década de los cincuenta. El conjunto de estos factores ha

permitido la introducción de innovaciones en los productos pensando en satisfacer las necesidades de un consumidor urbano con menos tiempo para preparar alimentos en casa pero también modificando su preferencia por alimentos procesados, disminución de actividad física y cambio en los hábitos de vida poco saludables contribuyendo al aumento acelerado de los niveles de sobrepeso y obesidad, en consecuencia también aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) relacionadas con la inadecuada alimentación (Galán, 2021).

El consumo de azúcares agregados en América Latina y el Caribe es el triple de lo recomendado, siendo las bebidas azucaradas los productos protagonistas sobre esta aseveración. México, Argentina y Chile, son los tres países que registran las mayores ventas de bebidas azucaradas (Popkin y Reardon, 2018).

De acuerdo con, la Encuesta Nacional de ingresos y gastos de los hogares (ENIGH) en 2019, las familias mexicanas destinaron alrededor del 35% del gasto diario en alimentos y bebidas, siendo la carne (23%) el mayor gasto trimestral, seguido de los cereales (17.8%) y las verduras (11.7%). Entonces, a pesar de tener acceso a una variedad de alimentos, los cereales continúan presentes en productos como la tortilla de maíz, arroz, pan y pasta para sopas.

De acuerdo con la ENSANUT (2006), en la región Norte y en población con más bajo nivel de bienestar mostró el menor consumo de frutas y verduras en comparación con el resto del país. Posteriormente, con datos de la ENSANUT (2012) se encontró mayor consumo de frutas, verduras, lácteos, grasas y azúcares en el área urbana, la región Norte y el nivel socioeconómico alto. Confirmando cómo dependiendo el estado donde se vive, la zona urbana o rural, o el nivel socioeconómico, son factores que determinarán el consumo de ciertos alimentos en las familias mexicanas.

En el estudio de Gaona *et al.* (2022), donde analizaron el porcentaje de consumidores de grupos de alimentos recomendables y no recomendables para su consumo cotidiano en población mexicana por características sociodemográficas, encontraron que las leguminosas son el grupo de alimentos con el menor porcentaje de consumidores, ejemplo de estas son, nueces y semillas. Menos del 30% de los niños y adolescentes y 49% de los adultos consumen verduras. Respecto al consumo de consumo de frutas, los adolescentes fueron el grupo con menor porcentaje (39%), seguido de los adultos (45.9%).

En referencia a los alimentos no recomendables, el grupo con mayor porcentaje de consumidores fue el de bebidas endulzadas, más de 50% de los preescolares y escolares

fueron consumidores de botanas, dulces y postres. Además, que a mayor nivel socioeconómico (NSE) es mayor el consumo de alimentos recomendables, pero de igual forma de los no recomendables por su mayor acceso a diferentes alimentos.

Distribución de gastos en sector alimentario en la familia mexicana

Datos de la Encuesta Ingresos-Gastos en los Hogares (ENIGH) 2018, del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) respecto a los grupos de alimentos no recomendables, el grupo con más consumidores fue el de las bebidas endulzadas (82.6% en preescolares, 93.6% en escolares, 90.3% en adolescentes y 76.3% en adultos). Más de la mitad de preescolares y escolares fueron consumidores de botanas, dulces y postres (53.6 y 58.8%, respectivamente). Cerca de 20% de los adolescentes reportó haber consumido carnes procesadas y más de 40% en todos los grupos de edad, cereales dulces, revelan que los mexicanos destinan distintas proporciones de su gasto para comprar los tres grupos de alimentos recomendados por la NOM-043-SSA2-2012 Sobre Promoción y educación para la salud en materia alimentaria: verduras y frutas; cereales y tubérculos; y leguminosas y alimentos de origen animal.

En pesos, los hogares de los tres niveles de ingresos gastan menos en proteínas de origen vegetal y en vitaminas y minerales; a su vez desembolsan más en calorías, carbohidratos y grasas.

La frecuencia y la cantidad con la que se consumen algunos alimentos dependen del nivel de ingreso de las familias. Aunque se gasta en los tres grupos de alimentos recomendados por la NOM-043-SSA2-2012, entonces ¿Por qué se genera la mala alimentación? Básicamente son tres los factores determinantes: ingestas inadecuadas de vitaminas y minerales, vida sedentaria y consumo excesivo de calorías proveniente del consumo de alimentos de alto valor calórico y de bajo valor biológico que incluyen procesos de industrialización en su elaboración (INEGI, 2018).

ALIMENTOS PROCESADOS

La mayoría de los alimentos y bebidas son sometidos a algún tipo de procesamiento, haciendo que estos se categoricen de acuerdo al nivel de procesamiento. La distinción que surgen del tipo, la intensidad y el objetivo del tratamiento de los alimentos son muy relevantes para el bienestar humano. No existe nada incorrecto en alterar productos naturales a través de un proceso industrial (Monteiro, 2009).

Las guías oficiales y autorizadas categorizan a los alimentos en tres grupos de acuerdo con el nivel de proceso al son sometidos. El primer grupo corresponde a los alimentos que han sido mínimamente procesados. Esos procesos incluyen la limpieza, la eliminación de partes no aptas para consumo, la elaboración de raciones, la refrigeración, la congelación, la pasteurización, la fermentación, la cocción, el secado, el desgrasado, el embotellamiento y el envasado (Monteiro, 2009). El segundo grupo está compuesto por sustancias obtenidas a partir de alimentos enteros. Estos incluyen aceites, grasas, harinas, pastas, almidones y azúcares. Usualmente se emplean como ingredientes en la elaboración y cocción de platillos elaborados mayormente con ingredientes frescos y mínimamente tratados (Monteiro, 2009).

En el tercer grupo se encuentra los alimentos procesados y productos ultra procesados. En los alimentos procesados se integran grasas, aceites, azúcares, sal y variedad de ingredientes a los alimentos mínimamente tratados, para poder aumentar la vida útil y mejorar las características organolépticas y aumentar la aceptación del consumidor. Los productos ultra procesados son el resultado del proceso industrial elaboradas a partir de sustancias derivadas de los alimentos o sintetizadas de otras fuentes naturales. La mayoría de estos productos tienen escasos alimentos enteros o carecen de ellos. Llegan preparados para ser consumidos o para calentarlos y, por tanto, necesitan poco o ningún proceso para consumirlos (OPS, 2018).

El sistema NOVA de clasificación de alimentos agrupa los alimentos según la naturaleza, la finalidad y el grado de procesamiento. Según el sistema NOVA, “Los alimentos procesados se elaboran al agregar grasas, aceites, azúcares, sal y otros ingredientes culinarios a los alimentos mínimamente procesados, para hacerlos más duraderos y, por lo general, más sabrosos”. Estos tipos de alimentos incluyen panes y quesos sencillos; pescados, mariscos y carnes saladas y curados; y frutas, leguminosas y verduras en conserva, y, “Los productos ultraprocesados son formulaciones industriales elaboradas a partir de sustancias derivadas de los alimentos o sintetizadas de otras fuentes orgánicas”. En sus formas actuales, son inventos de la ciencia y la tecnología de los alimentos industriales modernas. La mayoría de estos productos contienen pocos alimentos enteros o ninguno. Vienen listos para consumirse o para calentar y, por lo tanto, requieren poca o ninguna preparación culinaria (OPS, 2019). Entre los alimentos ultraprocesados con mayor consumo se encuentran las papas fritas, snacks salados o dulces; helados, pasteles,

dulces; panes, bollos, galletas; cereales para el desayuno; mermeladas; margarinas; bebidas gasificadas, bebidas energéticas, leches endulzadas, incluyendo yogurt de fruta; jugos y néctares de frutas; bebidas de chocolate, sucedáneos de leche materna; y otros productos “saludables” o para “bajar de peso”, como polvos fortificados (OPS, 2018).

Formulación de alimentos industrializados

El proceso de elaboración de alimentos se lleva a cabo mediante la combinación de dos o más ingredientes, que son mezclados y procesados de acuerdo con especificaciones determinadas. La calidad nutricional y la composición del alimento son factores clave que deben ser considerados durante la formulación. Es fundamental que el producto contenga la cantidad adecuada de nutrientes, teniendo en cuenta la edad, el estado fisiológico y nutricional de la población a la que está dirigido. Es importante que los nutrientes sean altamente biodisponibles y que se eviten sustancias o componentes que puedan interferir en la absorción y utilización adecuada de los nutrientes contenidos en el alimento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2017).

De acuerdo con Castillo (2014), entre los procesos para elaboración de un snack se define los siguientes:

Proceso mecánico

Simple: En este proceso no ocurre una alteración química, ni de la cantidad del producto. Los procedimientos simples pueden ser:

- Cortado: Para el corte del alimento se emplean máquinas cortadoras o cuchillos de acero inoxidable.
- Extrusión: Con la ayuda de este proceso almacenamiento es sometido a presión, en donde se forman cambios en su forma y estructura.

Separación de partes

- Pelado: se extrae la cáscara de ciertos alimentos como: frutas y hortalizas.
- Exprimido: se presiona el alimento para la extracción del líquido (jugos de frutas).

Procedimientos tecnológicos

- Fritura: El alimento se fríe a temperaturas de 175°C con el objetivo de dar una textura crujiente que no permita retener humedad.
- Horneado: Los alimentos son sometidos a temperaturas de 150°C en el caso de los productos de panificación.

- **Pasteurización:** Proceso térmico que permite la homogenización de todos los ingredientes, se realiza a 72°C.
- **Congelación:** Se utiliza para mantener endurecidos a los alimentos helados.

Procedimientos químicos

Se emplean varias sustancias para conservar los alimentos, como saborizantes, colorantes, preservantes.

Los alimentos deshidratados representan un sector fundamental dentro de la industria alimentaria a nivel mundial, debido a su capacidad para conservar productos, facilitar su transporte y alargar su vida útil (Yáñez *et al.*, 2022). Existen diversos métodos de deshidratación que se aplican ampliamente en esta industria.

Principales métodos de deshidratación

- **Deshidratación solar,** para poder realizarlo se necesita tener una temperatura de 35°C a 60°C, para esto se debe construir un deshidratador ya sea de madera o metal para no exponer el alimento al polvo o insectos y de esta manera concentrar el calor (Calderón, 2015).
- **Deshidratación de cabina,** se caracteriza por tener algunas bandejas, las cuales son colocadas dentro del secador expuesto al aire caliente, cuenta con un conjunto de resistencias eléctricas en la entrada que ayuda a la transferencia de calor en la sección de las bandejas (Santana y Cubillos, 2017).
- **Deshidratación por horno,** en este tipo de deshidratador se pueden procesar granos, frutas y vegetales, está formado por dos secciones de un piso con ranuras que separa la sección de secado con la de calefacción (Briones y Guanoluisa, 2015).

Una de las principales ventajas de la deshidratación es que nos permite conservar los alimentos, alarga su vida útil, reducción de espacios al almacenar, se concentran los sabores, mientras que dentro de las desventajas tenemos pérdida de algunas vitaminas, tiempo prolongado para deshidratar (Cabascango, 2018).

Etiquetado de alimentos industrializados

El etiquetado es el punto más visible de la información de un alimento y constituye uno de los pilares básicos en los que se apoya su comercialización. En un estudio realizado en Caracas, Venezuela (De Sousa *et al.*, 2014) se estudió la composición de nutrientes en el

etiquetado nutricional de productos industrializados, tipo snacks, que se comercializan en grandes cadenas de supermercados en dicha ciudad. Se recolectaron en total 472 etiquetados nutricionales de alimentos industrializados (nacionales e importados). Se clasificó a los productos alimenticios en cinco grupos, de acuerdo al nombre descriptivo expresado por la empresa fabricante en el etiquetado nutricional: a base de cereales, a base de plátanos-tubérculos, a base de frutos secos, bebidas y golosinas. Debido a que los valores del etiquetado nutricional se basan en la ración o porción a consumir, y ya que diferían para cada producto, se calculó el contenido nutricional sobre la base de 100 gramos de peso comestible; esto con la finalidad de unificar todos los datos a una misma base para poder compararlos, y promediarlos entre sí. Se muestran los valores de ración y contenido neto; así como, el aporte calórico y de macronutrientes de los 44 subgrupos de alimentos evaluados. Este trabajo representa una contribución para el análisis de la composición nutricional del etiquetado de los productos industrializados, tipo snacks; permite su uso para la evaluación nutricional de individuos y colectivos, además de sentar las bases para la creación de una guía de etiquetados nutricionales.

CONSUMO DE ALIMENTOS PROCESADOS Y ULTRAPROCESADOS

El informe de la OPS en 2019, Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: ventas, fuentes, perfiles de nutrientes e implicaciones menciona que la tendencia del consumo de alimentos ultraprocesados es impulsada por el marketing y la publicidad irrestricta de estos productos en un mercado que está prácticamente desregulado en Latinoamérica. En dicho informe se analizan a los países de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela. Las ventas per cápita de productos ultraprocesados en los países mencionados aumentaron en 8.3%, de 408 kcal/día en el 2009 a 441 kcal/día en el 2014, y se preveía que seguirían aumentando en más de 9.2%, a 482 kcal/día, para el 2019. En el 2014, los productos ultraprocesados representaron una quinta parte de la cantidad diaria recomendada de calorías (2000 kcal/día), y casi dos quintas partes de la energía diaria de estos productos procedían solo de azúcares libres (190 kcal), lo que excede en 7 puntos porcentuales (17.3%), la cantidad máxima diaria recomendada por la OMS de 10%. Se analizaron 250 productos disponibles para compra en 2014, divididos en 89 categorías. Todos los productos contenían cantidades excesivas de al menos uno de estos nutrientes críticos (azúcares libres, grasa total, grasas saturadas o sodio). En conjunto, el 43% de lo que aportan estos productos es azúcar. Las bebidas gaseosas, los

snacks dulces y salados, las galletas, las tortas, pasteles y postres, y las salsas y aderezo, se mencionan como especialmente problemáticos.

El aumento en las ventas actuales y proyectadas de productos ultraprocesados de alimentos y bebidas en toda América Latina indica la necesidad de adoptar medidas que puedan reducir efectivamente la demanda y oferta de estos productos para mejorar las dietas y la salud.

Consecuencias de ingesta de alimentos procesados y ultraprocesados

Vázquez *et al.* (2021), realizaron una investigación acerca de la relación entre la cantidad de alimentos ultraprocesados que consumen las personas y cómo es su estado nutricional. Se realizó un estudio transversal en personas de ambos sexos (18 a 60 años) en México. Para medir su composición corporal y riesgo metabólico se utilizó un equipo de bioimpedancia. Los resultados de los indicadores del estado nutricional mostraron que el 80% de la población presentaba obesidad y sobrepeso, y el 88.7% presentaba un nivel de grasa elevado. Además, el 75.3% de la población presentaba riesgo metabólico alto. En cuanto a la evaluación dietética, el grupo de alimentos con mayor cantidad de azúcares simples en su contenido fue el de mayor consumo (47%, 10.4 veces por semana). Los resultados del análisis de correlación de Pearson mostraron una correlación negativa significativa entre la edad y el consumo en cuatro de los cinco grupos de alimentos ultraprocesados. Finalmente, se encontró que la muestra presenta importantes riesgos a la salud que pueden afectar su calidad de vida y productividad.

Sobrepeso y obesidad

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros. En el caso de los adultos el IMC proporciona la medida más útil del sobrepeso y la obesidad en la población; es la misma para ambos sexos y para los adultos de todas las edades. Un adulto tiene sobrepeso cuando su IMC es igual o superior a 25; mientras que en un adulto con obesidad el IMC es igual o superior a 30 (OMS, 2025).

El exceso de peso corporal (sobrepeso y obesidad) se reconoce actualmente como uno de los retos más importantes de la Salud Pública en el mundo debido a su magnitud, la rapidez de su incremento y el efecto negativo que ejerce sobre la salud de la población que la padece (Dávila *et al.*, 2015).

La Organización de la Mundial de la Salud (2025) declara que, en 2016, según las estimaciones unos 41 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso o eran obesos. En 2016, había más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad. En 2016, alrededor del 13% de la población adulta mundial (un 11% de los hombres y un 15% de las mujeres) eran obesos. A nivel mundial, el sobrepeso y la obesidad están vinculados con un mayor número de muertes que la insuficiencia ponderal. En general, hay más personas obesas que con peso inferior al normal. Ello ocurre en todas las regiones, excepto en partes de África subsahariana y Asia.

El exceso de peso aumenta en gran medida el peligro de sufrir enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), la muerte temprana y el costo social de la atención médica, además de disminuir la calidad de vida. Se calcula que el 90% de los casos de diabetes mellitus tipo 2 son causados por el sobrepeso y la obesidad. Otras ECNT relacionadas con el exceso de peso son la hipertensión arterial, dislipidemias mixtas o aisladas, enfermedad cardíaca, apnea del sueño y enfermedad cerebrovascular (Dávila *et al.*, 2015).

La obesidad y el sobrepeso son enfermedades crónico-degenerativas que deben ser atendidas por un equipo multidisciplinario. En 2022, de acuerdo con los Centros para el Control y la prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, padecer niveles de sobrepeso y obesidad aumenta los riesgos de sufrir las siguientes afectaciones:

- Enfermedad coronaria.
- Diabetes tipo 2.
- Cáncer (de endometrio, de mama y de colon).
- Hipertensión (presión arterial alta).
- Dislipidemia (por ejemplo, niveles altos de colesterol total o de triglicéridos).
- Accidente cerebrovascular.
- Enfermedad del hígado y de la vesícula.
- Apnea del sueño y problemas respiratorios.
- Artrosis (la degeneración del cartílago y el hueso subyacente de una articulación).
- Problemas ginecológicos (menstruación anómala, infertilidad).

Sobrepeso y obesidad en México

De acuerdo la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2018), en México el total de adultos de 20 años y más, el 39.1% tienen sobrepeso y 36.1% obesidad (75.2%), mientras que en el caso de los niños de 0 a 4 años el 22.2% tiene riesgo de sobrepeso y los de 5 y 11 años el 35.6% muestran esta condición.

La obesidad aumenta el riesgo de desarrollar síntomas graves en personas con diagnóstico positivo al virus que causa la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), es probable que requieran tratamiento en unidades de cuidado intensivo o incluso asistencia mecánica para respirar (Gobierno de México, 2021).

ALIMENTACIÓN SALUDABLE

Mantener una alimentación saludable contribuye a prevenir la malnutrición en todas sus manifestaciones, así como diversas enfermedades no transmisibles y trastornos. La composición exacta de una dieta adecuada depende de las características individuales (edad, sexo, hábitos de vida y nivel de actividad física), el contexto cultural, la oferta de alimentos en el lugar y los patrones alimentarios. Sin embargo, los fundamentos esenciales de la nutrición saludable siguen siendo los mismos (OMS, 2018).

De acuerdo con la NOM-043-SSA2-2012 (Secretaría de Salud [SSA], 2010), una dieta saludable debe cumplir con características que garanticen los beneficios para el individuo:

- Completa: que posea todos los nutrientes necesarios. Se sugiere incorporar alimentos de los tres grupos en cada comida.
 - Equilibrada: que los nutrientes estén en proporciones adecuadas entre sí.
 - Inocua: que su ingesta regular no conlleve riesgos para la salud porque está libre de microorganismos patógenos, tóxicos, contaminantes, se consume con moderación y no aporta cantidades excesivas de ningún componente o nutriente.
 - Suficiente: que satisfaga las necesidades de todos los nutrientes, de modo que el adulto tenga una nutrición óptima y un peso saludable y en el caso de los niños, que crezcan y se desarrollen adecuadamente.
 - Variada: que incluye alimentos diferentes de cada grupo en cada comida.
- Adecuada: que sea acorde con los gustos y la cultura del consumidor y adaptada a sus recursos financieros, sin que ello signifique que se deban sacrificar sus otras características.

El Gobierno de México (2021), mediante el blog “Hablemos de salud”, comparte algunas recomendaciones para la población con la finalidad de elegir alimentos saludables y prevenir procesos patológicos nutricionales:

- Aumentar el consumo de alimentos frescos, de temporada y disponibles en el lugar donde radica.
- Evitar alimentos ultraprocesados por alimentos tradicionales, que aportan mayor calidad a la dieta.
- Evitar el consumo de bebidas carbonatadas para hidratarse y acompañar las comidas.
- Incluir en la dieta el consumo de cereales integrales y enteros, por el aporte de fibra dietética.
- Leer e identificar el etiquetado frontal de los productos. Entre más sellos tenga, representa mayor riesgo para la salud.

Consumo de vegetales

El aumento del consumo de vegetales en el mundo es una meta de salud pública que se relaciona con la promoción de la salud y la prevención de enfermedades. El bajo consumo de frutas y verduras es el causante del 31% de la enfermedad isquémica cardíaca y el 11% de los infartos en el mundo. Por lo que este organismo y FAO promueven el aumento, la producción y el consumo de frutas y verduras. Existe evidencia científica convincente de que quienes consumen al menos 400 g de frutas y verduras al día tienen menor riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares, y evidencia probable de menor riesgo de ciertos tipos de cáncer. Los alimentos en mención podrían reducir en 35% la prevalencia de diversos tipos de cáncer (Restrepo *et al.*, 2013).

La OMS y la FAO, presentaron en 2003 la estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud, que incluye la iniciativa de aumentar la producción y el consumo de frutas y verduras, una de las recomendaciones es el consumo de por lo menos cinco porciones diarias de estos alimentos, estrategia conocida como cinco al día. Para América Latina 70% de todas las muertes y 60% de la carga de enfermedad en la región se deben a enfermedades crónicas no transmisibles; el consumo de frutas y verduras, además de contribuir con su prevención, ejerce efectos benéficos al aportar micronutrientes como vitaminas A, C y ácido fólico, además de minerales que contribuyen al mantenimiento de la salud (Restrepo *et al.*, 2013).

Aporte nutricional de los vegetales

Dentro del grupo de vegetales y hortalizas se incluyen gran variedad de alimentos que constituyen partes muy distintas de las plantas. Por ejemplo, las espinacas, acelgas, endibias, lechuga o perejil son hojas; las coles de Bruselas, brotes de hojas. Cuando comemos espárragos comemos el tallo y las hojas; las papas son tubérculos; las zanahorias raíces. Ajos y cebollas son bulbos; coliflor, brécol y alcachofas, flores; pimientos, tomates y frutas son frutos y guisantes y habas son semillas. Pero a pesar de la heterogeneidad botánica del grupo, presentan en general características nutricionales muy similares (Carbajal, 2013).

El principal componente cuantitativo es el agua que contienen 85%. Son pobres en proteína (1-5%) y, en general, prácticamente no tienen lípidos, excepto los frutos secos y algunas frutas: aguacate (12%) y aceitunas (20%), principalmente como ácidos grasos monoinsaturados, no contienen colesterol. El contenido de fibra e hidratos de carbono es también pequeño (5%): principalmente polisacáridos en papas, bananos y ajo y mono y disacáridos en verduras y frutas (en estas últimas en forma de fructosa). Hay sacarosa (glucosa + fructosa) en zanahorias, plátanos, dátiles e higos. Sin embargo, aunque en general prácticamente no tienen hidratos de carbono, existen dos excepciones: la papa que contiene un 18%, principalmente en forma de almidón y el plátano: un 20%, principalmente como sacarosa. Las verduras y frutas son especialmente ricas en minerales (magnesio y potasio) y vitaminas hidrosolubles (principalmente ácido fólico y vitamina C) sobre todo cuando se consumen crudas, pues no sufren pérdidas durante el cocinado. Entre las liposolubles únicamente contienen vitamina K y carotenos (Carbajal, 2013).

PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS SALUDABLES, SNACKS

Los alimentos tipo "snack" corresponden a una amplia gama de productos fáciles de manipular, que constituyen porciones individuales, no requieren preparación y satisfacen el apetito en corto plazo. Su consumo ha aumentado debido a los cambios de hábitos alimenticios en la población consecuencia, entre otros, de la extensión de la jornada laboral, las mayores distancias de desplazamiento entre el hogar y el trabajo y la mayor cantidad de tiempo que la gente permanece sola en sitios públicos (Lusas y Rooney, 2001).

Snacks saludables

Un snack nutritivo presenta muchas características saludables entre estas, bajos en grasa, azúcar, sodio y tienen pocas calorías, entre los principales snacks saludables tenemos granos enteros, frutas, verduras, semillas y nueces. Estos productos se clasifican en cinco grupos: a) los granos; b) las verduras; c) las frutas; d) los lácteos reducidos en grasa; y, e) las nueces y semillas (Díaz *et al.*, 2016). Los snacks saludables tienen su innovación para cubrir la demanda de obtener alimentos nutritivos y saludables que se puedan utilizar de manera conveniente. Por ello, las industrias están ajustándose a forma adecuada frente a esta elección de consumo (Chacón *et al.*, 2017).

ANTECEDENTES

En la actualidad se han popularizado ingredientes alternativos y de origen vegetal en el mercado de los snacks, en respuesta al enfoque del consumidor en la atención hacia la salud y el bienestar de las personas, así como una creciente preocupación en la sostenibilidad y consumo ético (Mondeléz International, 2023).

Las demandas del consumidor impulsan la innovación y desarrollo de snacks saludables, especialmente en cuanto a nuevos sabores, formas de presentación e ingredientes como verduras, frutas, granos y semillas, buscando ofrecer experiencias sensoriales únicas y beneficios a la salud, como se reporta en un estudio realizado por Yáñez *et al.* (2022), donde evaluaron la aceptabilidad de chips de pepino orgánico, con la finalidad de revalorizar los vegetales deshidratados y darle aplicación comercial como colación o chips saludables. Los resultados fueron positivos, por ser un producto agradable aun para las personas que no consumen pepino, brindando una alternativa nutritiva y de fácil consumo, permitiendo incrementar el consumo de vegetales. Por su parte, Amerikanou *et al.* (2023) realizaron una investigación sobre la caracterización química y determinación el valor nutricional de un innovador snack saludable a base de hongos *P. eryngii*. Se realizaron cortes finos (2 mm de espesor) en los champiñones, las rebanadas se hornearon a 120°C durante 20 min sin grasa ni aceite. No se agregaron saborizantes, colorantes ni conservadores. Posteriormente fueron irradiados con UVB para fortalecer su contenido de vitamina D2. Indicando que los hongos *P. eryngii* podrían considerarse una opción de refrigerio saludable, por su bajo contenido calórico, su perfil de ácidos grasos, pero también por su contenido en fibra, potasio y potencial antioxidante, este snack debe considerarse como un alimento que muestra una protección cardiovascular con un alto potencial hipocolesterolémico y un bajo potencial aterogénico y trombogénico.

Moreira *et al.* (2018) realizaron un estudio para generar snacks a través del secado en capa fina de rodajas de kiwi. Al final del proceso de secado (hasta el equilibrio), las rebanadas con espesor inicial de 5.0 mm tuvieron una consistencia rígida, apta para la producción de harina por molienda. En cambio, las rebanadas con espesores iniciales de 10.0 y 15.0 mm fueron blandas; por lo tanto, se pueden consumir como bocadillos. Los análisis sensoriales y fisicoquímicos mostraron que el producto cortado con espesor inicial de 15.0 mm y secado a temperatura de 70°C (hasta contenido de humedad de 0.31 kg agua/kg materia seca) fue el más sabroso y mostró buenos resultados para los compuestos químicos analizados. Por otro lado, se evaluó la composición nutrimental y

aceptación sensorial de un snack estilo chips a base de leguminosas, donde la formulación más aceptada por los consumidores fue la de 65% de haba y 35% de soja. Esta formulación tuvo el nivel más alto de proteína 34,17 g/100 g, con 11,53 g/100 g de fibra y 3,52 g/100 g de lípidos. Los resultados muestraron que es factible desarrollar un snack de legumbres sin el uso de cereales que sea agradable a los sentidos, ofertando alternativas nutricionales y potenciales alimentos funcionales naturales (López *et al.*, 2019).

En un estudio realizado por Osella *et al.* (2014), se formularon alimentos sin gluten para población celiaca en base a mezclas de harina de quínoa (*Chenopodium quinoa*), arroz y maíz con almidones. Se obtuvieron panqueques, scones, prepizza y pan, los cuales fueron evaluados en composición química, actividad de agua (a_w), aceptabilidad y parámetros de textura. Encontrando diferencias significativas en los contenidos de proteínas, grasas, humedad, cenizas, fibras y en la mayoría de los parámetros de textura estudiados entre los productos formulados y productos comerciales que se tomaron como referencia, aportando proteínas de buena calidad y adecuados porcentajes de aceptabilidad para ser usados en la alimentación de individuos celíacos.

Espinoza *et al.* (2023) desarrollaron un snack saludable utilizando harina de maíz, incorporando como ingredientes funcionales harina de grillo y puré de cáscara de zanahoria. La formulación incluyó un 45% de puré de cáscara de zanahoria, y tres niveles distintos de sustitución con harina de grillo: 10%, 15% y 20%. El tratamiento con 10% de harina de grillo mostró un aumento significativo en el contenido de proteína (20.38%) y fibra (18.09%), sin afectar la humedad del producto. No obstante, este nivel de adición provocó un oscurecimiento del snack, evidenciado por una reducción en los valores de luminosidad (L^*) y tono (b^*), así como un incremento en su dureza. En conjunto, la formulación con 10% de harina de grillo se clasifica como un alimento con alto contenido proteico y de fibra. Finalmente, Quitral *et al.* (2023) evaluaron el uso de harina de cáscara de zanahoria (HCZ) en la elaboración de galletas, con el objetivo de reducir desperdicios alimentarios y aprovechar los nutrientes, compuestos bioactivos y la fibra dietética presentes en este subproducto. Se formularon galletas sustituyendo parcialmente la harina convencional por HCZ en proporciones de 0%, 5%, 10% y 20%. Los resultados mostraron que la incorporación de HCZ incrementó significativamente el contenido de fibra dietética y el índice de saciedad de las galletas. Notablemente, la formulación con un 20% de HCZ fue la mejor valorada en las pruebas sensoriales, destacándose por su mayor contenido de fibra y su capacidad para generar mayor sensación de saciedad.

METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo experimental, con enfoque metodológico cuantitativo. Experimental, porque se manipularon algunas variables, tal es el caso del porcentaje de zanahoria y harina de maíz a utilizar en la formulación de los snacks; de análisis cuantitativo debido a que los resultados se realizaron mediante estadística descriptiva y ji-cuadrado; para la evaluación sensorial se aplicó un cuestionario estructurado; los resultados del análisis químico proximal fueron analizados mediante análisis de varianza de una vía ($p < 0.05$), utilizando el software estadístico de Minitab® versión 16.0 para Microsoft.

Para el desarrollo de la investigación se planteará un diseño experimental-factorial (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental.

Tratamientos	Zanahoria	Harina de	Sazonador		Agua
	cocida	maíz	Condimentos	Aceite	%
	(%)	(%)	%	%	
T1	50	43	5	2	0
T2	55	38	5	2	0
T3	60	33	5	2	0
T4	65	28	5	2	0
T5	70	23	5	2	0
Control	-	43	5	2	50

POBLACIÓN

La población que se utilizó en la investigación estuvo conformada por estudiantes sin distinción de sexo de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad Valle de Grijalva campus Tuxtla Gutiérrez.

MUESTRA Y MUESTREO

Para la determinación de los componentes de la muestra (jueces no entrenados) se consideró un muestreo aleatorio estratificado, para poder efectuar la prueba de aceptabilidad del producto, utilizando una escala hedónica, que se aplicó a una muestra de 48 individuos (jueces no entrenados).

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

Estudiantes de la Licenciatura en Nutrición con la disponibilidad y disposición de participar como jueces no entrenados para prueba sensorial hedónica y que hayan firmado la carta de consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Individuos alérgicos a ingredientes agregados en la formulación del aperitivo o individuos que no estén dispuestos o disponibles a participar en la prueba de evaluación sensorial.

Criterios de eliminación

Cuestionarios que hayan tenido más de una respuesta o no hayan sido llenados adecuadamente en la valoración sensorial fueron eliminados.

VARIABLES

Las variables (Tabla 2) dependientes fueron representadas por los procesos de formulación y las variables independientes, representadas por las pruebas de análisis de composición nutricional y evaluación sensorial.

Tabla 2. Categorización de variables.

Variables independientes	Variables dependientes
	Respuesta sensorial:
1. Formulación:	1. Sabor, color, textura, aroma y grado de aceptabilidad.
Porcentajes de zanahoria y harina de maíz nixtamalizado en cada tratamiento.	Análisis químico proximal:
	1. Proteína.
	2. Hidratos de carbono.
	3. Fibra.
	4. Grasa.
	5. Humedad.
	6. Cenizas.
	7. Sodio.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En la Figura 1, se muestra el diagrama general para la elaboración del snack, en el que se describen las etapas consideradas para la elaboración.

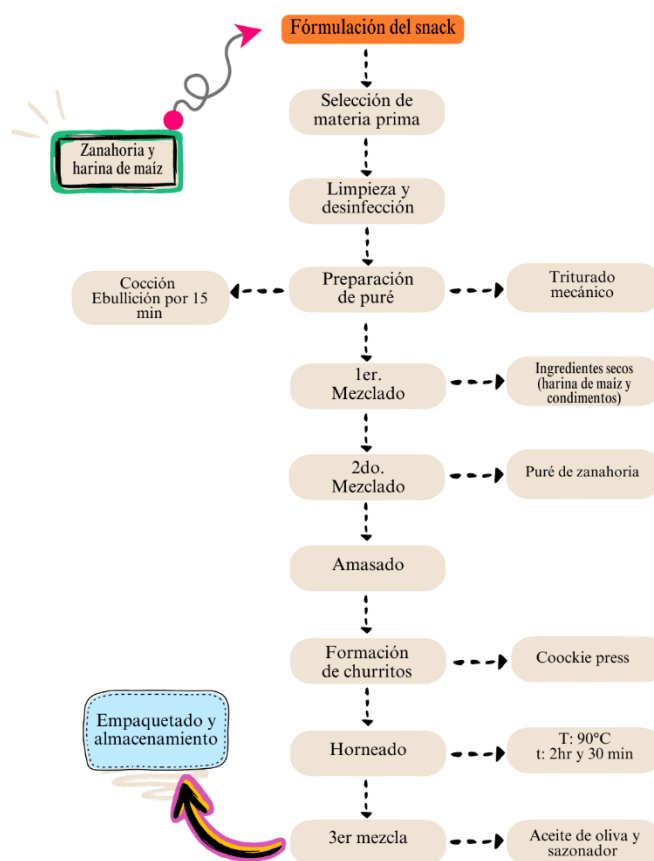


Figura 1. Diagrama para la elaboración del snack

Elaboración del snack

Para la formulación del snack, se emplearon zanahorias (*Daucus Carota*) con color uniforme, firmes y sin magulladuras, adquiridas en el mercado local de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; la harina de maíz blanco nixtamalizado, el aceite de oliva, las especies (pimienta y cebolla en polvo) y condimentos (chile guajillo, chile de árbol, paprika y sustituto de sal) fueron adquiridos en un supermercado. La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Etapas 1

Se realizó la limpieza y desinfección de las áreas, instrumentos y equipo a emplear, seguido del acondicionamiento de la materia prima. Las zanahorias previamente lavadas, desinfectadas y sin pelar fueron cocidas en ebullición a 100°C durante 15 min, posteriormente fueron trituradas mediante una licuadora (Ninja auto-iq-Bn701, 1200 W, China) hasta formar un puré homogéneo. Una vez obtenido el puré de zanahoria, se mezcló en combinación con la harina de maíz y los condimentos (sustituto de sal, pimienta molida y cebolla en polvo) hasta formar una masa homogénea y manejable sin la necesidad de la adición de agua. La proporción de ingredientes en cada formulación fue establecida conforme al diseño experimental descrito en la Tabla 1.

Etapas 2

La masa previamente formada se colocó dentro de una pistola extrusor (aleación de aluminio y plástico ABS, China) para formar churritos de 5 cm de longitud, los cuales se deshidrataron en un horno de secado (Venticell®, MM GRUOP LSIK-B2V/VC111 con sistema de circulación forzada de aire en la cámara, München, Alemania) a una temperatura de 90°C durante 150 minutos.

Etapas 3

Posteriormente, se agregaron con un dispensador 2 gramos de aceite de oliva para lograr una distribución en todo el producto, considerando previamente la reducción de peso en el proceso de secado. Se adicionaron manualmente 4 gramos de sazónador previamente elaborado (chile guajillo, chile de árbol, paprika, sustituto de sal, limón deshidratado y ácido cítrico) para la integración del sazónador en los churritos (Figura 2).

Etapas 4

Finalmente, el producto terminado se envasó en una bolsa stand up pouch kraft sin ventana de 15x22 cm, cada envase fue sellado con calor, etiquetados y almacenados en un lugar seco y a temperatura ambiente.



Figura 2. Snack terminado.

Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial orientada al consumidor se empleó una prueba cuantitativa de consumo, para ello se adaptó la boleta de evaluación hedónica con escala de siete puntos (1 menos aceptable/me disgusta extremadamente; 5 neutral; 7 muy aceptable/me gusta extremadamente) para los atributos de olor, color, sabor y textura.

A cada uno de los jueces les fue explicado el alcance del estudio y los posibles riesgos de la prueba. Asimismo, se les entregó el consentimiento informado para el uso de la información y evidencia obtenida, junto con la papeleta de evaluación sensorial para su participación en la evaluación. Se colocaron 7 g de cada formulación dentro de un vaso soufflé con una capacidad de 1 oz, previamente rotulados con códigos de tres cifras de identificación. Finalmente, se otorgaron cada una de las muestras a cada uno de los jueces para su evaluación.

Las tres formulaciones de mayor puntuación según el análisis sensorial, fueron seleccionadas para la obtención de la composición químico proximal y vida media del producto.

Determinación químico proximal

Los snacks elaborados se sometieron a un análisis químico proximal, determinando humedad, cenizas, grasas, fibra cruda, proteínas (El contenido proteico fue calculado como $N \times 6,25$) y carbohidratos (métodos 925, 923.03, 920.39C, 962.09, 984.13 y cálculo de carbohidratos por diferencia, respectivamente) de acuerdo a las especiaciones de la Association of Analytical Communities (AOAC, 2000). Los equipos empleados fueron

una mufla (Arsa®, modelo AR-340), horno de secado (Terlab®, modelo TE-H45DM), y equipo Soxhlet (Lab-Line, modelo 5000). Todas las muestras se hicieron por triplicado. El contenido de sodio se determinó por el método EPA 7010a, a través de espectrofotometría de absorción atómica en horno de grafito. Serie 7000. En métodos EPA SW846.

El contenido energético se estimó mediante la ecuación de conversión de Atwater:

$$Food\ energy = \left(\frac{kcal}{g} \right) = (\% AC \times 4) + (\% TF \times 9) + (\% CP \times 4)$$

donde AC son los carbohidratos disponibles, TF son las grasas totales y CP es la proteína cruda.

Evaluación del color

Los de valores de la superficie de los snacks en parámetros de L* (claridad u oscuridad), a* [verde (-) a rojo (+)] y b* [amarillo (-) a azul (+)] se midieron en la escala de color CIELab utilizando un espectrofotómetro portátil CM-700/600.

Los tratamientos fueron molidos en un crisol para obtener una muestra homogénea, posteriormente se colocaron en cajas Petri para su evaluación. Las mediciones de color se realizaron en el día 0 y día 120 de almacenamiento. Todas las muestras se realizaron por triplicado.

Determinación de la actividad de agua

Se realizará utilizando un indicador de actividad de agua y temperatura Hygrolab Bench Top Indicator Version 3 (Ro-tronic). La muestra analizada se colocó en un recipiente de plástico, que luego se ubicó en una cámara de medición del aparato. La actividad del agua se determinó a 25 °C. Todas las muestras se realizaron por triplicado.

Evaluación microbiológica

El análisis microbiológico se determinó en el día 0 y 120 de almacenamiento del snack de acuerdo a los lineamientos del PROY-NOM-216-SSA1-2002, Productos y servicios. Botanas. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba (SSA, 2001).

Cuantificación de microorganismos coliformes totales en placa

La determinación de coliformes totales se determinó mediante los métodos establecidos en la NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa (SSA, 1995). El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

Cuantificación de mohos y levaduras.

Para la determinación de mohos y levaduras, se emplearon los métodos que se establecen en la NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos (SSA, 1995). Es de gran importancia cuantificar los mohos y levaduras en los alimentos, puesto que, al establecer la cuenta de estos microorganismos, permite su utilización como un indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada. El método se basa en inocular una cantidad determinada de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3.5 e incubado a una temperatura de 25±1°C, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Método de referencia para el aislamiento de *Salmonella* spp.

El método aplicable para la detección de *Salmonella* spp., se establece mediante las especificaciones de la NOM-114-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos (SSA, 1995). La determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* spp., en cierta cantidad de masa o volumen específico de producto, se lleva a cabo acorde a lo descrito en el presente método, requiriendo cuatro etapas. Las cuales son:

- Etapa de pre-enriquecimiento.
- Enriquecimiento selectivo.
- Aislamiento en medios de cultivos selectivos y diferenciales.
- Identificación bioquímica y confirmación serológica de los microorganismos.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se presentaron mediante estadísticas descriptiva (tablas y/o figuras), se utilizó la herramienta de Microsoft Excel® para el desarrollo. Los resultados del análisis químico proximal se analizaron a través de análisis de varianza de 1 vía y las pruebas de la evaluación sensorial mediante ji-cuadrado ($p < 0.05$), ambas pruebas utilizando el software estadístico Minitab® versión 16.0 para Microsoft.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ELABORACIÓN DEL SNACK

Se realizaron diversas pruebas para determinar el porcentaje ideal de cada uno de los ingredientes a utilizar para la elaboración del snack y obtener resultados óptimos. Los ingredientes fueron seleccionados en base a los patrones de consumo alimentario de la población mexicana, disponibilidad y acceso.

El tiempo y la temperatura del horno fueron factores determinantes para la obtención de las características organolépticas deseadas para el producto.

En la Tabla 3, se observan las elaboraciones realizadas durante el desarrollo del producto y sus ingredientes. Los tratamientos seleccionados fueron aquellos que lograron formar una masa manejable sin la necesidad de agregar agua para consumo humano a la formulación (T486, T912 y T373) con excepción del tratamiento control (T598) que fue elaborado con 50% de agua potable, 43% de harina de maíz y 7% del resto de ingredientes (sazonador y aceite de oliva).

Tabla 3. Formulación para el snack.

Tratamientos	Zanahoria (g/100 g)	Harina de maíz (g/100 g)	Agua (g/100 g)	Sazonador (g/100 g)		
				C	S	A
598	-	43	50	1	4	2
486	55	38	-	1	4	2
912	60	33	-	1	4	2
373	65	28	-	1	4	2

*C – condimento, S – sazónador, A – aceite.

EVALUACIÓN SENSORIAL

Olor

Zilong *et al.* (2024) reportaron que no todos los compuestos volátiles presentes en las zanahorias contribuyen de manera significativa al aroma característico de este vegetal. Son los compuestos aromáticamente activos los que determinan su perfil olfativo, destacando entre ellos los terpenoides, responsables de notas herbáceas, frescas, cítricas, dulces y afrutadas. El terpinoleno, con una contribución del 21.6 %, es el compuesto más abundante, asociado a un aroma herbáceo distintivo. Cabe destacar que los terpenos son compuestos termolábiles que se degradan con el calor, lo que modifica el aroma típico de las zanahorias cuando se someten a tratamientos térmicos.

En la evaluación del olor (Tabla 4), los tratamientos 486 y 912 fueron los que obtuvieron el mayor nivel de agrado por parte de los jueces, sin mostrar diferencias significativas entre ellos ($p>0.05$). No obstante, ambos difieren significativamente ($p<0.05$) de los tratamientos 373 y 598 (control), los cuales presentaron niveles más bajos de aceptación en cuanto a la percepción olfativa. Estos resultados sugieren que la incorporación de zanahoria en las formulaciones incrementa la aceptabilidad sensorial, probablemente debido a la presencia de compuestos volátiles activos que aportan un aroma dulce, a pesar de que su concentración puede verse reducida por los tratamientos térmicos. La temperatura y el tiempo de exposición al calor son variables críticas que influyen directamente en la composición y concentración de terpenoides durante el procesamiento térmico de la zanahoria. Según lo señalado por Negri *et al.* (2021), los monoterpenos y sesquiterpenos desempeñan un papel importante en el perfil aromático de la zanahoria. Los monoterpenos son responsables de notas dulces y frescas, típicas del aroma característico de este vegetal, mientras que los sesquiterpenos contribuyen con notas más picantes y amaderados, asociados también con sabores amargos y ásperos. En consecuencia, tanto monoterpenos como sesquiterpenos, especialmente cuando están presentes en altas concentraciones, pueden generar percepciones sensoriales intensas que no siempre son bien aceptadas por los consumidores. Como indicaron Rubatzky *et al.* (1999), existe una preferencia por zanahorias con menor contenido de terpenoides volátiles, lo cual coincide con la menor aceptabilidad observada en el tratamiento 373, que contenía el mayor porcentaje de zanahoria en su formulación (65 %), en comparación con los tratamientos 486 y 912.

Tabla 4. Análisis sensorial del snack referente al olor.

Nivel de agrado	Olor			
	598	486	912	373
Agrado	25 ^b	36 ^a	41 ^a	27 ^b
Neutral	16	12	7	17
Desagrado	7	0	0	4

*Los valores con letras iguales en superíndice en la misma columna no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Color

La vista es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento u objeto y permite la captura de información sobre los atributos de color, tamaño, forma, aspecto (defectos) y textura superficial. Dado que este sentido es la única referencia en la que se basan las decisiones de compra y elección de los consumidores, la información recopilada a través de este sentido es de suma importancia (Severiano *et al.*, 2016).

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la evaluación sensorial para el atributo de color de los tres tratamientos del snack y el grupo control (589). La presencia de puré de zanahoria en los tratamientos 486 (55%) y 912 (60%) generó un color naranja más intenso como resultado de la presencia de betacarotenos en la zanahoria, a pesar de esto no se presentan diferencias significativas ($p>0.05$) entre dichos tratamientos, siendo estos los de mayor nivel de agrado. Estos, a su vez, difieren significativamente ($p<0.05$) de los tratamientos 373 y 598, que fueron de menor agrado para los jueces.

Rekha *et al.* (2012), reportaron que la adición de purés frescos de verduras a la harina de sémola para la elaboración de pastas generó un pigmento uniforme a la masa, sumado a una mayor intensidad de color en comparación a la adición de harina de verduras. El informe de evaluación sensorial de ese mismo estudio indicó que la pasta elaborada con puré de zanahoria obtuvo la mejor puntuación en apariencia, seguida por la pasta con betabel, ambas superando al grupo control. La incorporación de puré de zanahoria proporcionó un tono naranja más atractivo, lo que contribuyó a una mayor aceptabilidad en comparación con la muestra control, que no contenía este ingrediente en su formulación.

Tabla 5. Análisis sensorial del snack referente al color.

Nivel de agrado	Color			
	598	486	912	373
Agrado	22 ^c	45 ^a	43 ^a	35 ^b
Neutral	16	3	4	10
Desagrado	10	0	1	3

*Los valores con letras iguales en superíndice en la misma columna no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Sabor

El sentido del gusto permite la identificación a los sabores y temperatura en los alimentos, que son una mezcla de tres características: olor, aroma y gusto. Dado que el sabor de un producto se ve influenciado por otras características como el color y la textura, el sabor del producto debe enmascararse para evitar sesgos en las respuestas del evaluador (Hernandez, 2005).

Respecto al sabor (Tabla 6), se observó que los tratamientos 486 y 912 presentan diferencia significativa ($p<0.05$) entre ellas, el tratamiento 373 no presenta diferencias significativas ($p>0.05$) referente a los tratamientos 486 y 912; pero si se presentan diferencia significativa entre el tratamiento 912 y 598 ($p<0.05$), siendo los tratamientos con mayor y menor aceptabilidad respectivamente. Las diferencias observadas se atribuyeron a los distintos porcentajes de puré de zanahoria utilizados en las formulaciones, lo que demuestra que su incorporación mejora las características sensoriales relacionadas con el sabor. Esto concuerda con lo reportado por Quitral *et al.* (2023), quienes, aunque no encontraron diferencias significativas en el parámetro de sabor al añadir harina de cáscara de zanahoria en galletas, observaron una tendencia hacia una mayor aceptabilidad sensorial en aquellas muestras que contenían un 5 % y 20 % de este ingrediente.

Tabla 6. Análisis sensorial del snack referente al sabor.

Nivel de agrado	Sabor			
	598	486	912	373
Agrado	18 ^{ac}	22 ^b	37 ^a	29 ^{ab}
Neutral	17	14	6	9
Desagrado	13	12	5	10

*Los valores con letras iguales en superíndice en la misma columna no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Textura

En la evaluación sensorial de un producto alimenticio, la fase de masticación representa una etapa crucial, ya que durante este proceso se genera información sensorial que es transmitida al cerebro mediante impulsos nerviosos. Esta información se integra con experiencias previas almacenadas en la memoria, lo que permite emitir una percepción específica sobre la textura del alimento. La masticación es un proceso complejo que involucra la acción coordinada de diversos órganos y estructuras, como los dientes, la lengua, el paladar, las encías, los músculos mandibulares, las glándulas salivales, los labios y las articulaciones temporomandibulares. (Hernandez, 2005).

Con respecto a la textura del snack, no se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos evaluados en este estudio, siendo el tratamiento control el mejor puntuado. Resultados similares fueron reportados por Espinoza *et al.* (2023), quienes estudiaron el desarrollo de un snack saludable elaborado a base de harina de maíz, con sustitución parcial por harina de grillo y puré de cáscara de zanahoria.

Tabla 7. Análisis sensorial del snack referente a la textura.

Nivel de agrado	Textura			
	598	486	912	373
Agrado	30 ^a	28 ^a	36 ^a	39 ^a
Neutral	6	8	10	6
Desagrado	12	12	2	3

*Los valores con la misma letra en superíndice en una columna no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Aceptabilidad

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la aceptabilidad de los tratamientos en relación con los cuatro atributos sensoriales evaluados. Se observó que no existen diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos en cuanto al nivel de aceptabilidad de dichos atributos de acuerdo al valor de probabilidad acumulada obtenido por distribución binomial. No obstante, de acuerdo con el perfil sensorial, se evidenció que la adición del 65 % de puré de zanahoria en la formulación del tratamiento 912 generó el mayor grado de aceptabilidad. El puré de zanahoria aporta carotenoides, lo que contribuye a generar una tonalidad de color anaranjado. Además, posee compuestos como

los terpenoides que aportan aromas y sabor dulce al snack. Sin embargo, es importante resaltar que la zanahoria se sometió a un proceso de cocción hasta ebullición durante 15 minutos, así como al deshidratado en el snack (90°C), lo que podría reducir de forma relevante el contenido de carotenoides y terpenoides al ser termolábiles. Quitral *et al.* (2023), reportaron resultados similares, indicando que las galletas adicionadas con harina de cáscara de zanahoria presentaron alta aceptabilidad, resaltando que la muestra adicionada con el mayor porcentaje de harina de zanahoria (20%), fue la de mayor preferencia, con diferencia significativa respecto a las otras muestras. Por su parte Rekha *et al.* (2012), reportaron que la pasta de sémola adicionada con pure de zanahoria obtuvo la mejor puntuación en cuanto a la apariencia, sensación en la boca y la segunda mejor puntuación después del control en cuanto a calidad de la hebra.

Tabla 8. Nivel de aceptabilidad del snack por atributo sensorial.

Atributos Sensoriales	Tratamientos			
	598	486	912	373
Olor	99.99 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Color	99.99	100	100	100
Sabor	99.99	99.99	100	99.99
Textura	99.99	99.99	100	100

*El valor representa el porcentaje mediante valores de probabilidad acumulada de la distribución binomial; ($p > 95\%$ = alto grado de aceptabilidad) los valores con la misma letra en superíndice en una columna no son significativamente diferentes.

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Se determinó la composición nutrimental del snack mediante análisis químico proximal, tal como se muestra en la Tabla 9. Se observó que los tres tratamientos mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) respecto a la humedad. El contenido de humedad en todos los snacks fue bajo (entre 3.69 % y 4.51%). López *et al.* (2019), reportaron resultados similares en formulaciones de snacks elaborados a base de harina de leguminosas (entre 3.52 g/100 g y 5.31 g/100 g) y el control, en consecuencia, al proceso de horneado de estos productos. Los porcentajes bajos de humedad favorecen la conservación del snack en periodos más largos.

El contenido de cenizas constituye un indicador del nivel de minerales presentes en una muestra. En este sentido, una baja proporción de cenizas refleja una menor concentración de minerales (Zilong *et al.*, 2024). Los valores del contenido de cenizas (Tabla 9) de los tratamientos oscilan entre 3.65 a 4.88%, mostrando una diferencia significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos 373, 912 y el tratamiento control (598), como resultado de la adición de puré de zanahoria en los tratamientos 373 y 912. En un estudio realizado por Fernández *et al.* (2018), se obtuvieron resultados concordantes, en donde se reportó 4.25 g/100 g de ceniza en una botana de harina de maíz nixtamalizado y harina de verduras (espinaca, nopal y zanahoria). Por otro lado, Espinoza *et al.* (2025), reportaron 3.44% de cenizas en un snack horneado a base de harina de maíz y puré de cáscara de zanahoria. En la misma tabla, se muestran los resultados de los valores de lípidos que oscilaron entre 7.68 a 7.88%. Se esperaban contenidos de grasas similares debido a la adición igualitaria de aceite de oliva a los snacks en el proceso de elaboración. Fernández *et al.* (2018), concluyeron que la adición de verduras en los aperitivos de maíz nixtamalizado produce alimentos con bajo aporte de grasa y ricos en fibra. El consumo desmesurado de alimentos ricos en grasas, ingestas calóricas elevadas e inactividad física, aumenta el almacenamiento de tejido adiposo, lo que causa alteraciones en la composición corporal y la salud del individuo, aumentando el riesgo de sufrir alteraciones del perfil lipídico y enfermedades cardiovasculares (Cabezas *et al.*, 2016).

El aporte de hidratos de carbono y proteínas se asocia a la harina de maíz nixtamalizado debido a que la zanahoria no representa una aportación significativa a la formulación del snack. El contenido de proteína osciló entre 7.40 a 9.85%, mostrando una diferencia significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos 373, 912 y el tratamiento control. Las diferencias se atribuyen a los porcentajes de harina de maíz, zanahoria y agua en las formulaciones. Se han reportado valores de 11.18 y 11.33 g/100 g de proteína en botanas de maíz blanco y maíz blanco con betabel, respectivamente (Fernández *et al.*, 2018). Por su parte Ahmad *et al.* (2016), reportan que los valores de proteína obtenidos en la sustitución de harina de trigo por polvo de pulpa de zanahorias en la formulación de galletas, se atribuyen al alto contenido proteico en harina de trigo (9.80%) y bajo (0.21%) en el polvo de pulpa de zanahoria. El contenido de proteína fue relativamente bajo (6.46-10.73 %) comparados con los reportados por Zilong *et al.* (2024), en tres variedades de zanahorias frescas, indicando que dichos valores pueden atribuirse al mejoramiento genético de estas variedades. Asimismo, en la declaración de nutrientes publicada por The United State

Department of Agriculture (USDA, 2018), se reportó que la harina de maíz amarillo contiene 9.4 g de proteína/100 g de producto.

El contenido de fibra cruda fue de 5.98, 6.83 y 7.33% para los tratamientos 598, 373 y 912, respectivamente (Tabla 9), denotando que la formulación 912 (60% de zanahoria y 33% harina de maíz) aportó mayor porcentaje de fibra. De acuerdo con Quitral *et al.* (2023), reportaron un contenido de fibra dietética 3.46 g/100 g en galletas con harina de cáscara de zanahoria. El contenido de fibra fue generalmente bajo en comparación a los valores reportados por Zilong *et al.* (2024) en zanahorias, que oscilan entre 7.18 y 8.87 %, por su parte Sharma *et al.* (2012) reportaron 1.2 g/100 g de fibra cruda de zanahoria. Sin embargo, se comparó de forma favorable con los valores obtenidos por Ahmad *et al.* (2016), reportando un 4.64, 5.70 y 6.68% de fibra en la adición del 10, 15 y 20% de polvo de pulpa de zanahoria en las mezclas, respectivamente, mejorando invariablemente el contenido de fibra. La USDA en 2018 reportó un contenido de fibra dietética de 2.8 y 7.3 g/100 g de zanahoria y harina de maíz, respectivamente. De acuerdo a las directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables del Codex Alimentarius (2013), un alimento con contenido alto en fibra dietética es aquel que tenga 6 g por 100 g o 3 g por 100 kcal. Por lo que las formulaciones 373 y 912 cumplen con ser un alimento con un contenido alto en fibra. El consumo adecuado de fibra dietética se ha asociado con una variedad de beneficios para la salud, incluyendo la prevención y el manejo del sobrepeso, la obesidad y sus complicaciones metabólicas (Mocanu y Madsen, 2024). Por el contrario, una ingesta deficiente de fibra dietética se ha relacionado con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles, como enfermedades cardiovasculares (ECV), diabetes tipo 2 y cáncer colorrectal (Mathers, 2023).

Tabla 9. Composición proximal de las formulaciones del snack.

Tratamientos	Humedad %	Cenizas %	Grasa %	Proteína %	Fibra %	HC %
598	3.69±0.00 ^c	3.65±0.09 ^b	11.85±0.00 ^a	7.40±0.04 ^b	5.98±0.00 ^c	67.00±0.02 ^a
912	4.08±0.11 ^b	4.87±0.05 ^a	11.84 ±0.09 ^a	9.85±0.00 ^a	7.33±0.00 ^a	62.08±0.16 ^b
373	4.51±0.11 ^a	4.88±0.09 ^a	11.74±0.01 ^b	9.81±0.00 ^a	6.83±0.00 ^b	62.53±0.08 ^b

*El valor representa la media ± desviación estándar por triplicado; los valores con la misma letra en superíndice en una columna no son significativamente diferentes ($p < 0.05$, Tukey).

**Los datos son proporcionados en g/100 g base seca.

El contenido de sodio presenta diferencias significativas ($p<0.05$) entre los tres tratamientos (Tabla 10). La formulación que reportó mayor contenido de sodio fue la formulación 373 con 242.82 mg/100 g; la formulación con mayor aceptación sensorial (912) contiene 155.12 mg/100 g. De acuerdo con la agencia estadounidense, Food & Drug Administration (FDA, 2021), se indica que el alto contenido sodio en los alimentos procesados no se debe solo al cloruro de sodio, si no, también al uso de diferentes aditivos como; glutamato monosódico (GMS), bicarbonato sódico, nitrito sódico y benzoato sódico, asimismo la FDA (2021) reportó que el valor diario (VD%) de sodio debe ser inferior a 2,300 mg por día, a diferencia de la recomendación de la OMS (2023) que indica un consumo menor a 2000 mg de sodio por día, por lo tanto el consumo de una porción del snack no representa un riesgo al bienestar del individuo, ya que, conforme a lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, ninguno de los tratamientos es acreedor de la leyenda “exceso de sodio”, debido a que no sobrepasan los 350 mg de sodio en 100 g de producto.

Tabla 10. Contenido de sodio de las formulaciones del snack.

Tratamientos	Sodio mg/ 100 g
598	10.9442 ^c
912	155.1203 ^b
373	242.8282 ^a

*Los resultados fueron realizados por El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

**Método 7010a de la EPA. Absorción atómica en horno de grafito de absorción atómica en horno de grafito. Serie 7000. En EPA Métodos SW846.

ANÁLISIS DE COLOR

El color del snack es un atributo relevante que influye en la aceptación por parte del consumidor. Las proporciones de harina de maíz y puré de zanahoria influyeron en el color del snack (Tabla 11). Los valores de luminosidad (L^*), rojez ($+a^*$) y amarillez ($+b^*$) presentaron diferencias significativas ($p<0.05$) entre los tratamientos 598, 912 y el tratamiento 373.

Los valores del parámetro L^* para los tratamientos 912 y 373 disminuyeron con la adición de puré a la formulación, mientras que los valores de los parámetros a^* y b^* aumentaron

significativamente ($p < 0.05$). Estos resultados son consistentes con los reportados por Rekha *et al.* (2012) en la elaboración de pastas adicionadas con puré de zanahoria, las cuales presentaron un mayor valor de enrojecimiento ($+a^*$) en comparación con la muestra control. Además, se observó un tono anaranjado asociado a valores más altos de del parámetro $+b^*$, lo que indica una mayor presencia de tonos amarillos que en la muestra sin presencia de puré de zanahoria. La sustitución parcial de harina de maíz por puré de zanahoria produjo un producto más rojizo, amarillo y brillante.

El almacenamiento de los snacks a temperatura ambiente durante 120 días generó un aumento en los valores del parámetro L^* , y se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tres tratamientos. Asimismo, los tratamientos 912 y 373 presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el día 0 y el día 120, lo que indicó un color más claro y brillante. De manera similar, Gębczyński *et al.* (2024) reportaron un aclaramiento del color estadísticamente significativo después de 12 meses de almacenamiento en judías verdes liofilizadas y secadas al aire.

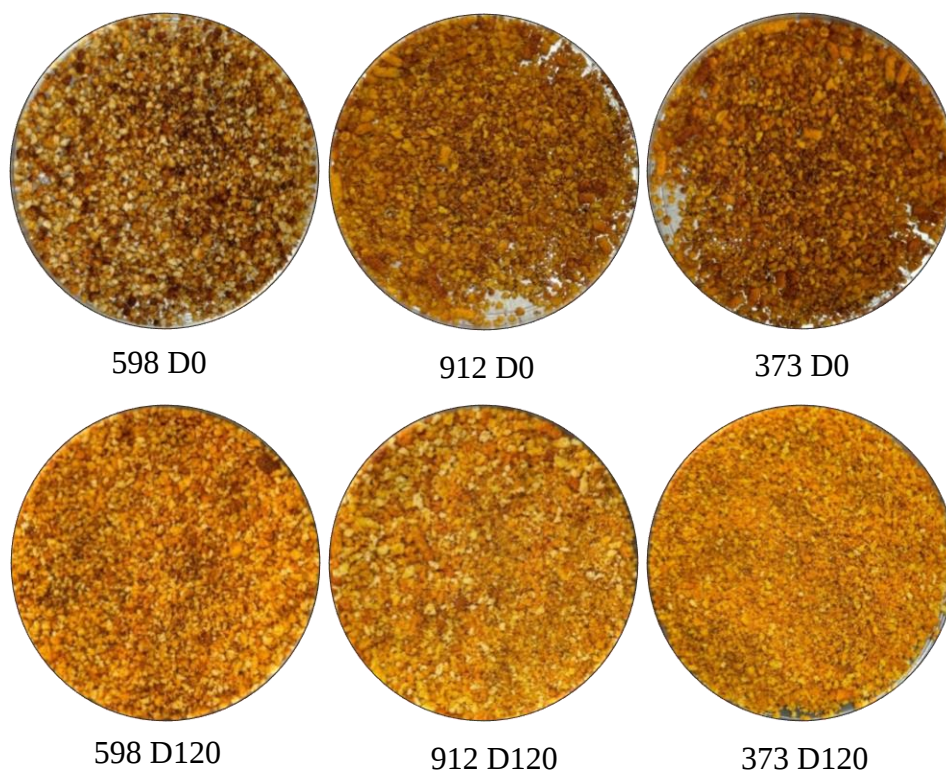


Figura 3. Evaluación de color en día 0 (D0) y día 120 (D120) de almacenamiento.

Con respecto a los valores del parámetro $+a^*$, los tratamientos 598 (control) y 373 no mostraron diferencias significativas ($p>0.05$) en comparación con el tratamiento 912 en el día 120. Sin embargo, el almacenamiento provocó un aumento en los valores de $+a^*$ en el tratamiento control (598), presentando diferencias significativas ($p<0.05$) entre el día 0 y el día 120. Por el contrario, los tratamientos 912 y 373 mostraron una disminución en este parámetro, siendo significativa ($p<0.05$) en el tratamiento 912. Estudios recientes (Gębczyński *et al.*, 2024) reportaron que, durante el almacenamiento de guisantes a temperatura ambiente, la contribución del color verde disminuyó en el perfil de color, independientemente del método de secado (secado al aire o liofilización), presentando cambios significativos en los valores del parámetro a^* .

Referente al parámetro $+b^*$, se registró durante el periodo un aumento durante el periodo de almacenamiento. Los tratamientos 912 y 373 no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) respecto al tratamiento control (598) en el día 120. Los cambios observados en este parámetro fueron pequeños en los tratamientos 912 y 373, a excepción del tratamiento control (598), donde se registró un cambio significativo ($p<0.05$) al finalizar los 120 días de almacenamiento. Las diferencias generales de color pueden atribuirse a los cambios en el parámetro de L^* en las muestras 912 y 373. Phahom *et al.* (2017) indicaron que el contenido de humedad influye en los valores de color triestímulo de los productos deshidratados, a pesar de que son pocos los estudios que han profundizado en este tema. Özkan *et al.* (2003) observaron que al aumentar el contenido de humedad de los albaricoques secos del 15.5 % al 30.2 %, los valores de L^* y b^* se incrementaron, mientras que el valor de a^* disminuyó.

En general, el almacenamiento produjo tonos amarillos menos saturados y más opacos en comparación con el día 0. El-Hamzy y Ashour (2016) informaron un aumento en los valores del parámetro b^* durante el almacenamiento de pimientos secos a temperatura ambiente, sin importar el método de secado aplicado. Por su parte, Gębczyński *et al.* (2024) indicaron una mayor presencia de tonos amarillos en guisantes verdes secados al aire almacenados en frío en comparación con aquellos almacenados a temperatura ambiente. No obstante, todos los tratamientos conservaron un color visualmente atractivo incluso después de 120 días de almacenamiento.

Tabla 11. Valor de color de los snacks por días de almacenamiento.

Tratamientos	L*		a*		b*	
	Día 0	Día 120	Día 0	Día 120	Día 0	Día 120
598	54.53+0.70 ^{aA}	54.42+0.24 ^{Ca}	15.51+0.38 ^{bB}	17.24+0.58 ^{aA}	20.39+1.09 ^{bB}	23.24+0.63 ^{bA}
912	53.44+0.38 ^{aB}	58.27+0.39 ^{aA}	16.97+0.76 ^{aA}	15.57+0.39 ^{bB}	27.54+0.61 ^{aA}	27.84+0.56 ^{aA}
373	50.76+0.70 ^{bB}	55.66+0.32 ^{bA}	18.09+0.47 ^{aA}	17.22+0.45 ^{aA}	25.89+1.04 ^{aA}	26.92+0.82 ^{aA}

*El valor representa la media $\pm$ desviación estándar por triplicado. Para cada producto, los valores medios seguidos de las mismas letras en minúscula en una columna no son significativamente diferentes ($p < 0.05$, Tukey); los valores de fila con las mismas letras mayúsculas no son significativamente diferentes ($p < 0.05$, Tukey).

DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD DE AGUA

La actividad de agua tiene un impacto relevante en la inocuidad y calidad de un alimento, este derivado a que la actividad biológica repercute en las características organolépticas (textura, sabor, color y olor) y valor nutricional, además del tiempo de conservación, impidiendo o propiciando el desarrollo de microorganismos patógenos (Tapia, 2020). Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tres tratamientos, con valores que asilaron entre 0.013 y 0.024 de a_w al día 120 de almacenamiento. El valor más bajo de a_w se observó en la formulación 598 (control), lo que puede atribuirse a la ausencia de puré de zanahoria en su composición.

El puré de zanahoria presenta un valor aproximado de a_w de 0.974 ± 0.04 (Gratz *et al.*, 2021), lo que indica una alta disponibilidad de agua libre. Su incorporación en la formulación incrementa la humedad total del sistema y, en consecuencia, eleva la presión de vapor interna del producto, lo que se traduce en un aumento de la actividad de agua. Jin *et al.* (2019) reportaron información concordante, indicando que la actividad de agua no depende solo de la cantidad de agua, sino también de cómo está unida en la matriz (isotermas de sorción).

En sistemas con menos almidón seco, que normalmente retiene agua en formas menos disponibles, la proporción de agua libre (responsable de la a_w) es mayor. Por su parte Malavi *et al.* (2022) reportaron que la adición de puré de camote para la elaboración de pan presentó una ligera disminución de la a_w en comparación al pan blanco estándar, la cual osciló entre 0.92-0.93. Aunque insignificante, la disminución de la a_w en el pan de camote puede atribuirse a la concentración de azúcares naturales en el puré debido a la pérdida de humedad durante el almacenamiento.

Todos los tratamientos mantienen una a_w menor a 0.60 y sin fluctuaciones relevantes en un periodo de 120 días, bajos los estándares de almacenamiento, lo que de acuerdo con Vela (2016) y Badui (2006), no existe riesgos de proliferación de microorganismo patógenos y se disminuye el desarrollo de reacciones químicas implicadas en el deterioro del alimento, que podrían ser un riesgo a la salud del consumidor. La baja a_w aunado a la ausencia de organismos patógenos asegura la estabilidad y autoconservación del snack, garantizando la calidad e inocuidad.

Tabla 12. Resultados de actividad de agua por días de almacenamiento

Día	598	912	373
	control		
0	0.010+0.00 ^c	0.015+0.00 ^b	0.022+0.00 ^a
7	0.010+0.00 ^c	0.015+0.00 ^b	0.022+0.00 ^a
15	0.011+0.00 ^c	0.016+0.00 ^b	0.023+0.00 ^a
30	0.012+0.00 ^c	0.016+0.00 ^b	0.023+0.00 ^a
60	0.012+0.00 ^c	0.016+0.00 ^b	0.023+0.00 ^a
90	0.012+0.00 ^c	0.016+0.00 ^b	0.024+0.00 ^a
120	0.013+0.00 ^c	0.017+0.00 ^b	0.024+0.00 ^a

*El valor representa la media $\pm$ desviación estándar por triplicado; los valores con la misma letra en superíndice en una fila no son significativamente diferentes ($p < 0.05$, Tukey).

El proceso de elaboración garantizó que el snack cumpliera con los estándares de calidad microbiológica establecidos por las normativas sanitarias, evidenciando la ausencia de coliformes totales, *Salmonella spp.*, mohos y levaduras. Asimismo, la baja a_w registrada durante el periodo de almacenamiento, bajo condiciones adecuadas, contribuyó significativamente a su estabilidad microbiológica, sin afectar las características

organolépticas. Katz y Lubuza (1981) reportaron que las variaciones en la a_w podían acelerar reacciones de oxidación, pardeamiento no enzimático y degradación de vitaminas o compuestos volátiles, lo cual alteraba el sabor y el aroma del producto. Cuando la actividad de agua superaba el umbral crítico (0.65), se perdía la textura crujiente y aparecían atributos no deseados como la blandura. Considerando estos factores, se determinó una vida útil estimada del producto de 120 días.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico (Tablas 13 y 14) se llevó a cabo en los días 0 y 120 de los tratamientos, en los cuales se identificó la ausencia de coliformes totales. Los resultados obtenidos en los medios de cultivo agar Salmonella Shigella (SS Agar) y agar dextrosa y papa (PDA) no mostraron formación de colonias, por lo que se descartó la presencia de *Salmonella spp.*, mohos y levaduras, respectivamente. Estos resultados cumplen con lo establecido en las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-210-SSA1-2014, NOM-111-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994), lo que indica la aplicación de buenas prácticas de higiene durante el proceso de elaboración. Espinoza *et al.* (2021) también reportaron la ausencia de mesófilos aerobios, coliformes, *Bacillus cereus*, *Salmonella spp.*, mohos y levaduras en la elaboración de un snack extruido a partir de una mezcla de cereales (maíz, arroz, kiwicha) y concentrado proteico de pota (*Dosidicus gigas*), obteniendo así un producto apto para el consumo humano.

Tabla 13. Resultados de análisis microbiológicos en día 0.

Tratamientos	Determinaciones	Resultados	Parámetros	Dictamen de la especificación
598	Coliformes totales	Ausencia	5 a 250 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	Mohos y levaduras	Ausencia	10 a 150 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Dentro de los parámetros
912	Coliformes totales	Ausencia	5 a 250 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	Mohos y levaduras	Ausencia	10 a 150 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Dentro de los parámetros
373	Coliformes totales	Ausencia	5 a 250 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	Mohos y levaduras	Ausencia	10 a 150 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Dentro de los parámetros

*Los resultados representa el análisis por triplicado para cada tratamiento referido a cada determinación.

Tabla 14. Resultados de análisis microbiológicos en día 120.

Tratamientos	Determinaciones	Resultados	Parámetros	Dictamen de la especificación
598	Coliformes totales	Ausencia	5 a 250 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	Mohos y levaduras	Ausencia	10 a 150 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Dentro de los parámetros
912	Coliformes totales	Ausencia	5 a 250 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	Mohos y levaduras	Ausencia	10 a 150 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Dentro de los parámetros
373	Coliformes totales	Ausencia	5 a 250 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	Mohos y levaduras	Ausencia	10 a 150 UFC/g o ml	Dentro de los parámetros
	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Dentro de los parámetros

*Los resultados representa el análisis por triplicado para cada tratamiento referido a cada determinación.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Churritos picantes (Figura 4), responde a producto alimenticio horneado tipo snack, elaborado a base de puré de zanahoria, harina de maíz nixtamalizado, especias y condimentos envasados en bolsas stand up pouch kratf, con un gramaje de 60 g.



Figura 4. Producto etiquetado y empaquetado.

Etiquetado y descripción de la composición nutricional

El etiquetado del producto se elaboró de acuerdo al Manual de la modificación a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (SSA, 2020). La etiqueta (Figura 5) muestra la denominación del producto; churritos picantes, botana a base de zanahoria y harina de maíz sabor chile y limón.

La lista de ingredientes es mencionada en orden decreciente; zanahoria, harina de maíz nixtamalizado, condimento (chile guajillo, limón deshidratado, cloruro de potasio, fosfato tricálcico, silicato de calcio, chile de árbol, cebolla y pimienta negra), aceite vegetal (olivo). Se menciona la cantidad neta del producto; 60 g. La fecha de consumo preferente que es de 120 días, además de contar con la leyenda de "consérvese en un lugar fresco, seco". La declaración nutrimental se presenta sobre 100 g de producto. Además de la identificación de del lugar de su fabricación y envasado.

Los valores energéticos de los snacks fueron de 404.25, 394.28 y 395.02 kcal/100 g para los tratamientos 598 (control), 912 y 373, respectivamente. En comparación con el

control, el valor energético se redujo al sustituir parcialmente la harina de maíz por puré de zanahoria. La disminución calórica fue del 2.46% para la formulación 912 (60% zanahoria y 33% harina de maíz) y del 2.28% para la formulación 373 (65% zanahoria y 28% harina de maíz). Estos resultados son consistentes con los reportados por Culetu *et al.* (2023), quienes observaron una reducción del 2.6% en el valor calórico al reemplazar harina de maíz por escaramujo. En contraste, se reportó un incremento del 0.2% al sustituir la harina de maíz por guisante, atribuido a su mayor contenido proteico.

En el análisis comparativo de la densidad energética, las formulaciones desarrolladas demostraron valores inferiores a los observados en productos comerciales similares. Particularmente, la formulación 912 evidenció una reducción del 25.61% en el contenido calórico en relación con las frituras de maíz nixtamalizado sabor chile y limón, cuyo aporte energético es de 530 kcal/100 g (Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO], 2018). En comparación con los churritos de harina de maíz y nopal sabor chile y limón (468,2 kcal), la formulación 912 presentó una reducción del 15.79 % en el contenido calórico por cada 100 g de producto. Esta disminución representa una ventaja significativa desde el punto de vista nutricional, al contribuir con una menor ingesta calórica sin comprometer las características sensoriales del producto.



Figura 5. Etiqueta del snack.

CONCLUSIONES

La adición de puré de zanahoria constituyó una opción viable para la sustitución parcial de la harina de maíz nixtamalizado en la elaboración del snack. El snack con la adición de 60% de zanahoria (formulación 912), registró el mayor grado de aceptabilidad en comparación con el control, según el análisis por distribución binomial. La incorporación de zanahoria en las formulaciones de botanas a base de maíz nixtamalizado permitió el desarrollo de productos con bajo contenido de grasa y sodio, así como una reducción calórica que osciló entre el 15.79 % y el 25.61 % en comparación con snacks comerciales de características similares. Además, esta formulación aportó el 24.43 % de la ingesta diaria recomendada de fibra dietética por cada 100 g de producto.

El proceso de elaboración garantiza el cumplimiento de los estándares de calidad microbiológica establecidos por las normativas sanitarias, evidenciado por la ausencia de coliformes totales, *Salmonella spp*, mohos y levaduras, que sumado a la reducida actividad de agua (0.013-0.024) en un periodo de 120 días, bajo las condiciones adecuadas de almacenamiento, aseguran la estabilidad y conservación del snack, garantizando la calidad e inocuidad. Desde el enfoque nutricional, se presenta como una alternativa saludable frente a los snacks procesados convencionales, comúnmente asociados con un alto contenido calórico, grasas saturadas, sodio, aditivos artificiales y bajo nivel de fibra dietética.

Finalmente, el desarrollo de este snack responde a la demanda creciente de productos funcionales y saludables, ofreciendo al consumidor una opción segura, nutritiva y de alta calidad, sin comprometer el sabor ni la experiencia sensorial.

PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones, se sugiere:

- Explorar la incorporación de leguminosas en la formulación del producto con el fin de mejorar su perfil nutricional, especialmente en cuanto al contenido de fibra dietética y proteínas.
- Analizar el perfil de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad proteica del producto.
- Estudiar los cambios sensoriales que ocurren durante el almacenamiento del snack, evaluando su impacto en la aceptabilidad por parte del consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M., Wani, T., Wani, S., Masoodi, F., & Gani, A. (2016). Incorporation of carrot pomace powder in wheat flour: effect on flour, dough and cookie characteristics. *J Food Sci Technol*, 53(10), 3715-3724. <https://doi.org/doi: 10.1007/s13197-016-2345-2>
- Alvarado, M. (09 de 07 de 2022). *Diario de Chiapas*. Retrieved 22 de 10 de 2022, from Diario de Chiapas: <https://diariodechiapas.com/portada/consumo-de-productos-chatarra/>
- Amerikanou, C., Tagkouli, D., Tsiaka, T., Lantzouraki, D., Karavoltsos, S., Sakellari, A., . . . Kaliora, A. (11 de Enero de 2023). Pleurotus eryngii Chips—Chemical Characterization and Nutritional Value of an Innovative Healthy . *Foods*, 12, 353. <https://doi.org/10.3390/foods12020353>
- Ayvar, P., Paz, M. M., Caballero, A., Morales, B., Basurto, F., & Palacios , G. (Junio de 2014). Snack´s tipo Chips con base en camote morado Ipomoea batatas. *Landonia*, 8(1), 33-37. Retrieved 20 de Febrero de 2023, from [https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/1910/LACANDO NIA,%20an%CC%83o%208,%20vol.%208,%20no.%201,%20enero-junio%20de%202014%20\(arrastrado\)%206.pdf?sequence=1](https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/1910/LACANDO%20NIA,%20an%CC%83o%208,%20vol.%208,%20no.%201,%20enero-junio%20de%202014%20(arrastrado)%206.pdf?sequence=1)
- Badui, S. (2006). Actividad de agua. En S. Badui, *Química de los alimentos* (Cuarta ed., págs. 15-19). Pearson Educación. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>
- Balderas, L. A. (Junio de 2013). *Secretaria de Economía*. Retrieved 14 de 09 de 2022, from Secretaria de Economía: <https://embamex.sre.gob.mx/rusia/images/stories/Comercio/procesadospromexico.pdf>
- Bonvecchio Arenas, A., Fernández-Gaxiola, A. C., Plazas Belausteguigoitia, M., Plazas Belausteguigoitia, M., Pérez Lizaur, A. B., & Rivera Dommarco, J. Á. (18 de Noviembre de 2015). *Instituto Nacional de Salud Pública*. (A. Bonvecchio Arenas, A. C. Fernández-Gaxiola, M. Plazas Belausteguigoitia, & A. B. Pérez Lizaur, Edits.) Retrieved 01 de 10 de 2022, from Instituto Nacional de Salud Pública: <https://www.insp.mx/epppo/blog/3878-guias-alimentarias.html>
- Cabezas, C. C., Hernández, B. C., & Vargas, M. (2016). Aceite y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Rev. Fac. Med.*, 64(4), 761-768. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Carmona, S. (16 de Febrero de 2023). Mexicanos consumen casi 8 kilos de papas fritas anualmente, pese a daños a la salud. *Vanguardia Mx*. Retrieved 09 de Septiembre de 2024, from <https://vanguardia.com.mx/noticias/mexicanos-consumen-casi-8-kilos-de-papas-fritas-anualmente-pese-a-danos-a-la-salud-FX6437412>
- CDC. (16 de Septiembre de 2020). *Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades*. Retrieved 08 de Marzo de 2023, from <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/disabilityandhealth/obesity.html>
- Chacón Orduz , G., Muñoz Rincon , A., & Quiñónez Mosquera, G. A. (2017). Descripción del mercado de los snacks saludables en Villavicencio,. *Revista Libre Empresa*, 14(2), 33-45. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18041/libemp.2017.v14n2.28202>

- Codex Alimentarius. (2013). *Organización Mundial de la Salud (OMS)*. Organización Mundial de la Salud (OMS): <https://www.fao.org/ag/humannutrition/33313-033ebb12db9b719ac1c14f821f5ac8e36.pdf>
- Culetu, A., Susman, L., Multescu, M., Cucu, S., & Belc, N. (2023). Corn Extrudates Enriched with Health-Promoting Ingredients: Physicochemical, Nutritional, and Functional Characteristics. *Processes*, 11(4), 1108. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr11041108>
- Darmon, N., & Drewnowski, A. (25 de August de 2015). Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. *Nutrition Reviews*, 73(10), 643-660. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv027>
- Dávila, J., González, J., & Barrera, A. (10 de Noviembre de 2015). Panorama de Obesidad en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 240-249. Retrieved 25 de Marzo de 2023, from http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/viewFile/21/54
- De Sousa, G., Hernández, P., Morón, M., Ávila, A., & Lares, M. (2014). Estudio de la composición de nutrientes en el etiquetado nutricional de productos alimenticios industrializados, tipo. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 45(1), 102-130. Retrieved 28 de Marzo de 2023.
- EL-Hamzy, E., & Ashour, M. (2016). Effect of different drying methods and storage on physico-chemical properties, capsaicinoid content, rehydration ability, color parameters and bioactive compounds of dried red jalapeno pepper (*Capsicum annuum*) slices. *Middle East J. Appl. Sci.*, 6(4), 1012-1037. [https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Effect+of+different+drying+methods+and+storage+on+physico-chemical+properties,+capsaicinoid+content,+rehydration+ability,+color+parameters+and+bioactive+compounds+of+dried+red+jalapeno+pepper+\(Capsicum+annuum\)](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Effect+of+different+drying+methods+and+storage+on+physico-chemical+properties,+capsaicinoid+content,+rehydration+ability,+color+parameters+and+bioactive+compounds+of+dried+red+jalapeno+pepper+(Capsicum+annuum))
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2020). *Instituto Nacional de Salud Pública*. Retrieved 17 de Octubre de 2022, from Instituto Nacional de Salud Pública: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
- Espinoza, S., Maldonado, L., Corea, P., & Bernárdez, G. (Julio de 2025). Propuesta de snacks saludable de harina de maíz (*Zea mays*) con sustitución de harina de grillo (*Acheta domesticus*) y puré de cáscara de zanahoria (*Daucus carota*). *Latinoam Nutr*, 73(1), 261-261. <https://doi.org/https://doi.org/10.37527/2023.73.S1>
- Fernández, R. P., García, D. C., De la Rosa, M. J., & Chávez, C. E. (2018). Botanas de harina de maíz nixtamalizado y hortalizas: caracterización nutricional parcial. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 436-440. Retrieved 16 de Octubre de 2024, from <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/72.pdf>
- Food & Drug Administration (FDA). (June de 2021). *U.S. Food & Drug*. Retrieved 06 de Octubre de 2024, from U.S. Food & Drug : <https://www.fda.gov/media/84261/download>
- Galán, G. (15 de Octubre de 2021). *Alimentación para la salud*. Retrieved 28 de Marzo de 2023, from Alimentación para la salud: <https://alimentacionysalud.unam.mx/patron-de-alimentacion-en-mexico/>

- Gaona, E. B., Martínez, B., Arango, A., Valenzuela, D., Gómez, L. M., Shamah, T., & Rodríguez, S. (Mayo de 2018). Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población mexicana. *Salud Publica Mex*, 60, 272-282. <https://doi.org/https://doi.org/10.21149/8803>
- Gaona, E. B., Rodríguez, S., Medina, M. C., Valenzuela, D. G., Martínez, B., & Arango, A. (14 de Junio de 2023). Consumidores de grupos de alimentos en población mexicana. Ensanut Continua 2020-2022. *Salud Pública de México*(65), 48-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.21149/14785>
- Garza, G. B., & Ramos, M. E. (2017). Cambios en los patrones de gasto en alimentos y bebidas de hogares mexicanos (1984-2014). *Salud pública de México*, 59(6), 612-620. <https://doi.org/https://doi.org/10.21149/8220>
- Gębczyński, P., Tabaszewska, M., Kur, K., Zbylut-Górska, M., & Słupski, J. (2024). Effect of the Drying Method and Storage Conditions on the Quality and Content of Selected Bioactive Compounds of Green Legume Vegetables. *molecules*, 29(4), 1732. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules29081732>
- Gimeno, E. (2003). Medidas empleadas para evaluar el estado nutricional. *Ámbito Farmaceutico* , 22(03). Retrieved 21 de Marzo de 2023, from <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13044456>
- Gobierno de México . (22 de Octubre de 2021). *Gobierno de México*. Retrieved 03 de Abril de 2023, from <https://www.gob.mx/promosalud/es/articulos/peligro-alimentos-ultraprocesados>
- Gobierno de México. (18 de Mayo de 2021). *Gobierno de México*. Retrieved 27 de Marzo de 2023, from Gobierno de México: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/obesidad-y-sobrepeso-menos-kilos-mas-vida>
- Gómez , Y., & Velázquez, E. (2019). Salud y cultura alimentaria en México. *Revista Digital Univeristaria (RDU)*, 20(1), 1-11. <https://doi.org/http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n1.a6>
- Gratz, M., Sevenich, R., Hoppe, T., Schottroff, F., Vlaskovi, N., Belkova, B., . . . Jaeger, H. (2021). Gentle Sterilization of Carrot-Based Purees by High-Pressure Thermal Sterilization and Ohmic Heating and Influence on Food Processing Contaminants and Quality Attributes. *Front Nutr*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.643837>
- Headey, D., & Alderman, H. (23 de July de 2019). *World Bank Blogs*. The high price of healthy food ... and the low price of unhealthy food
- Hernandez, E. A. (2005). *studocu*. Retrieved 13 de 05 de 2024, from studocu: <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-mexico-de-ciudad-juarez/matematicas-i/libro-de-elizabeth-hernandez-alarcon/11365451>
- Hurtado, A. (2013). *Univeridad de Valencia*. Retrieved 20 de 03 de 2023, from Universidad de Valencia: <https://www.uv.es/hort/alimentacion/alimentacion.html>
- INEGI. (2018). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- Jin, Y., Tang, J., & Sablani, S. (2019). Food component influence on water activity of low-moisture powders at elevated temperatures in connection with pathogen control. *LWT*, 112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108257>
- Jones , N., Conklin , A., Suhrcke, M., & Monsivais , P. (8 de Oct de 2014). The Growing Price Gap between More and Less Healthy Foods: Analysis of a Novel

- Longitudinal UK Dataset. (Z. Harry, Ed.) *PLoS One*, 9(10).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109343>
- Katz, E., & Lubuza, T. (1981). Effect of Water Activity on the Sensory Crispness and Mechanical Deformation of Snack Food Products. *Journal of Food Science*, 46(2), 403-409. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04871.x>
- Liu, Y., Sabadash, S., Duan, Z., & Deng, C. (30 de Julio de 2022). The influence of different drying methods in the quality attributes of beetroots. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11), 60-68.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022>
- López Martínez, A., Azuara-Pugliese, V., Sánchez Macías, A., Sosa Mendoza, G., Dibildox Alvarado, E., & Grajales Lagunes, A. (2019). High protein and low-fat chips (snack) made out of a legume mixture. *CyTA Journal of Food*, 17(1), 661-668. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1617353>
- Lusas, E., & Rooney, L. (2001). *Snack food processing*.
<https://doi.org/10.1201/9780367800871>
- Malavi, D., Mbogo, D., Moyo, M., Mwaura, L., Low, J., & Muzhingi, T. (2022). Effect of Orange-Fleshed Sweet Potato Purée and Wheat Flour Blends on β -Carotene, Selected Physicochemical and Microbiological Properties of Bread. *foods*, 11(7), 1051. <https://doi.org/10.3390/foods11071051>
- Mathers, J. (2023). Dietary fibre and health: the story so far. *Proceedings of the Nutrition Society. Proceedings of the Nutrition Society*, 82(2), 120-129.
<https://doi.org/doi:10.1017/S0029665123002215>
- Mocanu, V., & Madsen, K. (2024). Dietary fibre and metabolic health: A clinical primer. *Clin Transl Med.*, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ctm2.70018>
- Mondeléz International. (2023). *Mondeléz International*. Retrieved 09 de 05 de 2025, from Mondeléz International:
https://www.mondelezinternational.com/assets/stateofsnacking/2023/2023_MDL_Z_stateofsnacking_future_trends
- Moreira, N. D., Da Silva, W. P., Da Castro, D. S., Silva, M., Gomes, J. P., & e Silva, C. M. (01 de Mayo de 2018). Production of kiwi snack slice with different thickness: drying kinetics, sensory and physicochemical analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 12(5), 778-787.
<https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.05.PNE925>
- Negri, L., Arias, L., Soteras, T., Pesquero, N., Rossetti, L., & Szerman, N. (2021). Comparison of the quality attributes of carrot juice pasteurized by ohmic heating and conventional heat treatment. *LWT*, 145.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111255>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). *Depósitos de documentos de la FAO*. Depósitos de documentos de la FAO: <https://www.fao.org/3/y1453s/y1453s0c.htm#bm12>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (31 de Agosto de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved 26 de Marzo de 2023, from Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (14 de Septiembre de 2023). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved 16 de Octubre de 2024, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salt>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (07 de Mayo de 2025). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved 27 de Marzo de 2023, from Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Organización Mundial de la Salud. (28 de Enero de 2016). *OMS*. Retrieved 26 de Octubre de 2022, from OMS : https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Los_alimentos_ultra_procesados_son_motor_de_la_epidemia_de_obesidad_en_America_Latina_senala_un_nuevo_reporte_de_la OPS_OMS

Organización Mundial de la Salud. (31 de 07 de 2018). *OMS*. Retrieved 17 de 09 de 2022, from OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2018). *Organización Panamericana de la Salud*. Retrieved 06 de Marzo de 2023, from Organización Panamericana de la Salud: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34918/9789275718643-por.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). *Organización Panamericana para la Salud*. <https://doi.org/10.37774/9789275320327>

Organización Paramericana de la Salud [OPS]. (19 de Febrero de 2016). *Pan American Health Organization*. https://www.paho.org/en/news/19-2-2016-paho-defines-excess-levels-sugar-salt-and-fat-processed-food-and-drink-products-0?utm_source=chatgpt.com

Ortiz , H. L., Delgado, S. G., & Hernández , B. A. (2016). Cambios en factores relacionados con la transición alimentaria y nutricional en México. *Gaceta médica de México*, 142(3), 181-193. Retrieved 09 de Julio de 2023, from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132006000300002&lng=es&tlng=es.

Osella, C., De la Torre, M., & Sánchez, H. (01 de Abril de 2014). Safe Foods for Celiac People. *Ciencias de la Alimentación y la Nutrición*, 5(9), 787-800. <https://doi.org/10.4236/fns.2014.59089>

Özkan, M., Kirca, A., & Cemeroğlu , B. (2003). Effect of moisture content on CIE color values in dried apricots. *European Food Research and Technology*, 216, 217-219. <https://doi.org/doi: 10.1007/s00217-002-0627-6>

Phahom, T., Kerr , W., Pegg, R., & Phoungchandang, S. (2017). Effect of packaging types and storage conditions on quality aspects of dried Thunbergia laurifolia leaves and degradation kinetics of bioactive compounds. *J Food Sci Technol*, 54(13). <https://doi.org/doi: 10.1007/s13197-017-2917-9>

Popkin, B., & Reardon , T. (24 de Abril de 2018). *Wiley Online Library*. <https://doi.org/10.1111/obr.12694>

Prieto, F., Prieto, J., Román, A. D., Gordillo, A. J., & Gómez, C. (2005). *Capacity of hydration of kellogg's expanded cereals*. Retrieved 25 de Mayo de 2024, from file:///C:/Users/rafav/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/C7MU BUYD/CAPACIDAD_DE_HIDRATACION%CC%81N_DE_LOS_CEREALES_PARA_DESAYUNO_KELLOGG'S[1].pdf

Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO]. (2018). Frituras y botanas de maíz y trigo. *Revista del consumidor*, 43-51.

- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/393470/Estudio_Calidad_Frituras_y_Botana.pdf
- Quitral, V., Flores, M., Plaza, K., Quezada, F., & Arce, H. (22 de Mayo de 2023). Carrot peel flour as an ingredient in the preparation of cookies. *Rev Chil Nutr*, 2(50), 226-232. Retrieved 22 de Octubre de 2024.
- Rapallo, R., & Rivera, R. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved 05 de Mayo de 2023, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/3/ca5449es/ca5449es.pdf>
- Rekha, M. N., Chauhan, A. S., Prabhasankar, P., Ramteke, R. S., & Venkateswara Rao, G. (12 de Noviembre de 2012). Influence of vegetable purees on quality attributes of pastas made from bread wheat (*T. aestivum*). *CyTA - Journal of Food*, 2(11), 142-149. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.708881>
- Romero, I., Díaz, V., & Aguirre, A. (Junio de 2016). *Fortalecimiento de la cadena de valor los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador*. Retrieved 02 de Mayo de 2023, from Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f3001e29-df8f-491a-b10f-9d4511e4f228/content>
- Rubatzky, V., Quiros, C., & Simon, P. (1999). Carrots and related vegetable Umbelliferae. *CABI Publishing*, 9, 244.
- Secretaría de Economía [SE] y Secretaría de Salud [SSA]. (2020). https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/8150/seeco11_C/seeco11_C.html
- Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación [SECTEI]. (16 de 05 de 2021). *Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación*. Retrieved 03 de 09 de 2021, from Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación: <https://sectei.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/mexico-cuarto-lugar-mundial-en-el-consumo-de-alimentos-ultra-procesados>
- Secretaría de Salud [SSA]. (25 de Agosto de 1995). *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880115&fecha=25/08/1995#gsc.tab=0
- Secretaría de Salud [SSA]. (13 de Septiembre de 1995). *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0
- Secretaría de Salud [SSA]. (10 de Mayo de 1995). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC013525/>
- Secretaría de Salud [SSA]. (2001). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=692209
- Secretaría de Salud [SSA]. (2010). *Diario Oficial de la Federación*. Retrieved 20 de 03 de 2023, from Diario Oficial de la Federación: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
- Secretaría de Salud [SSA]. (22 de Enero de 2013). *Diario Oficial de la Federación*. Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013#gsc.tab=0
- Severiano, P., Gómez Andrade, D. M., Méndez Gallardo, C. I., Pedrero Fuehrer, D. L., Gómez Corona, C., Ríos Díaz, S. T., . . . Utrera Andrade, M. (27 de 10 de 2016). (P. Severiano Pérez, Ed.) Retrieved 15 de 05 de 2024, from

- https://07carterbrawn.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/manual_31114-arturo.pdf
- Tapia, M. (2020). Contribución al concepto de actividad de agua (aw) y su aplicación en la ciencia y tecnología de alimentos en Latinoamérica y Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, LXXX(2), 18-40. <https://acfiman.org/wp-content/uploads/2022/07/LXXX.N2.P18-40.2020.pdf>
- Torres, F. (2007). Cambios en el patrón alimentario de la ciudad de México. *Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía*, 38(151), 127-150. <https://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v38n151/v38n151a7.pdf>
- Torres, F., & Trápaga, Y. (2001). *La alimentación de los mexicanos en la alborada del tercer milenio*. Puebla, México: Editorial Miguel Ángel Porrúa. Retrieved 20 de Marzo de 2023.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2018). *National Agricultural Library*. Retrieved Noviembre de 2024, from <https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/page-files/Protein.pdf>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2018). *National Agricultural Library*. Retrieved 23 de Octubre de 2024, from <https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/page-files/Protein.pdf>
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2018). *National Agricultural Library*. Retrieved Noviembre de 2024, from https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/page-files/Total_Dietary_Fiber.pdf
- Valero Blanco, M. E., & Cordero-Bueso, G. A. (2013). Capítulo III. El olor y el aroma. En A. Gustavo, Cordero-Bueso, & G. Cordero-Bueso (Ed.), *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria* (págs. 25-30). Sevilla, España.
- Vázquez, C., Escalante, A., Huerta, J., & Villarreal, M. (16 de Junio de 2021). Efectos de la frecuencia de consumo de alimentos ultraprocesados y su asociación con parámetros del estado nutricional en la población activa mexicana. *Revista chilena de nutrición*, 48(6), 852-861. <https://doi.org/10.4067/S0717>
- Vela, G. (2016). Actividad de agua. En *Manual de Química de Alimentos* (Segunda ed., pág. 89). Colección Montebello-UNICACH.
- Vervoort, L., Grauwet, T., Njoroge, D., Van der Plancken, I., Matser, A., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2013). Comparing thermal and high pressure processing of carrots at different processing intensities by headspace fingerprinting. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 18, 31-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.01.005>
- Yañez, G., Soreta, T., & Rodríguez, A. (Agosto de 2022). Evaluación de la aceptabilidad de chips de pepino orgánico: estudio de mercado y análisis sensorial. *RIA*, 48(2), 160-166. Retrieved 18 de Febrero de 2023, from <file:///C:/Users/Hp/Downloads/maestria/Pepino.pdf>
- Zilong, T., Tianyu, D., Shuwei, W., Jie, S., Haito, C., Ning, Z., & Shuqi, W. (2024). A comprehensive review on botany, chemical composition and the impacts of heat processing and dehydration on the aroma formation of fresh carrot. *Food Chemistry*, 22(10), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101201>

ANEXOS



Comisión Interna de Bioética y Bioseguridad.

Dra. Erika J. López Zúñiga.

Dr. Gilber Vela Gutiérrez.

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Solicitud de consideraciones bioéticas de proyecto de investigación para trabajo profesional de posgrado.

Reciban un cordial saludo, por medio de la presente me permito someter a valoración y aprobación ante su dependencia para las consideraciones bioéticas del proyecto de trabajo profesional de posgrado denominado "Desarrollo y caracterización de un snack a base de vegetales".

Sin otro particular, agradezco la atención prestada y quedo atenta a su valiosa respuesta.

Atentamente.

L.N. Vera Gallegos César Ulysses.
Estudiante de la Maestría en
Nutrición y Alimentación Sustentable.

Atentamente.

Dr. Vela Gutiérrez Gilbert.
Docente – Investigador.
Director de tesis.

Figura 6. Solicitud de consideraciones bioéticas para aplicación de evaluación sensorial.



**BOLETA PARA PRUEBA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS UTILIZADA PARA EVALUAR ATRIBUTOS
SENSORIALES DE SNACKS**

Fecha: _____

Sexo: ☐ M ☐ F

Edad: _____

Licenciatura: _____ Grado y grupo: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan 4 muestras de snacks a base de zanahoria y harina de maíz. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	5	Me gusta un poco
2	Me disgusta mucho	6	Me gusta mucho
3	Me disgusta ligeramente	7	Me gusta extremadamente
4	Ni me gusta ni me disgusta		



Código de muestra	clasificación por atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura
912				
486				
373				
598				

¿Compraría el producto que le genero mayor agrado?

☐ Sí

☐ Tal vez

☐ No

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Figura 7. Platilla de evaluación sensorial.

UNIVERSIDAD VALLE DE GRIJALVA, CAMPUS TUXTLA, CHIAPAS A DICIEMBRE DE 2023.

"CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Y AVISO DE PRIVACIDAD PARA EL PARTICIPANTE"

Por este conducto manifiesto mi consentimiento para ser parte del proyecto de investigación denominado "desarrollo y caracterización de un *snack* a base a base de zanahoria (*Daucus carota*) y harina de maíz (*Zea mays* L)." cuyo responsable es el Licenciado en Nutriología Vera Gallegos César Ulysses, alumno de la Maestría en Nutrición y Alimentación Sustentable.

Manifiesto que se me han explicado e informado acerca de los objetivos, beneficios, posibles molestias y riesgos, alternativas, derechos y responsabilidades, que como participante tengo al ingresar al proyecto antes mencionado. Por lo que una vez que me fueron explicados, manifiesto que tengo la capacidad suficiente para comprenderlos; me dieron oportunidad de hacer las preguntas que consideré necesarias, las cuales fueron respondidas a mi entera satisfacción.

Además, se me informó que tengo el derecho de cambiar de decisión en cualquier momento y manifestarla conforme al procedimiento establecido.

Se me informó también que mis datos personales serán capturados y que serán utilizados en forma absolutamente confidencial y sin revelar la identidad:

- Para la realización de registros, estadísticas, análisis, actualización y conservación de información dentro del proyecto de investigación.
- Las imágenes que se recopilan por medio de cámaras serán utilizadas con fines académicos.

SI ACEPTO ____

NO ACEPTO ____

NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE.

LICENCIADO EN NUTRIOLOGÍA VERA GALLEGOS CÉSAR ULYSSES.

No. TELEFONICO: 961 199 491 16

CORREO ELECTRONICO: nutr.ulyssesvera@hotmail.com

CED. PROF: 11590146

Figura 8. Carta de consentimiento informado.



Figura 9. Alumnos de la Licenciatura en Nutrición realizando la prueba sensorial.



Figura 10. Alumnos de la Licenciatura en Nutrición realizando la prueba sensorial.

Análisis químico proximal



Figura 11. Obtención de grasas en equipo de extracción Soxhlet.



Figura 12. Supervisión del proceso de extracción de grasas.



Figura 13. Introducción de crisoles en mufla para la obtención de ceniza.

	EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR LABORATORIOS INSTITUCIONALES Laboratorio de Análisis Instrumental PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN Y SERVICIOS AL CLIENTE	 Laboratorios Institucionales
FT-AI03	REPORTE DE RESULTADOS	Página 2/2

HOJA DE RESULTADOS

Consecutivo de laboratorio	Muestra	Sodio	
		(mg/Kg)	(mg/100g)
272/24	373	2428.2816	242.8282
273/24	598	109.4420	10.9442
274/24	912	1551.2028	155.1203

----- FIN DEL REPORTE -----

Figura 14. Resultados de contenido de sodio.

Evaluación microbiológica



Figura 16. Realización de análisis microbiológico de los tres tratamientos.

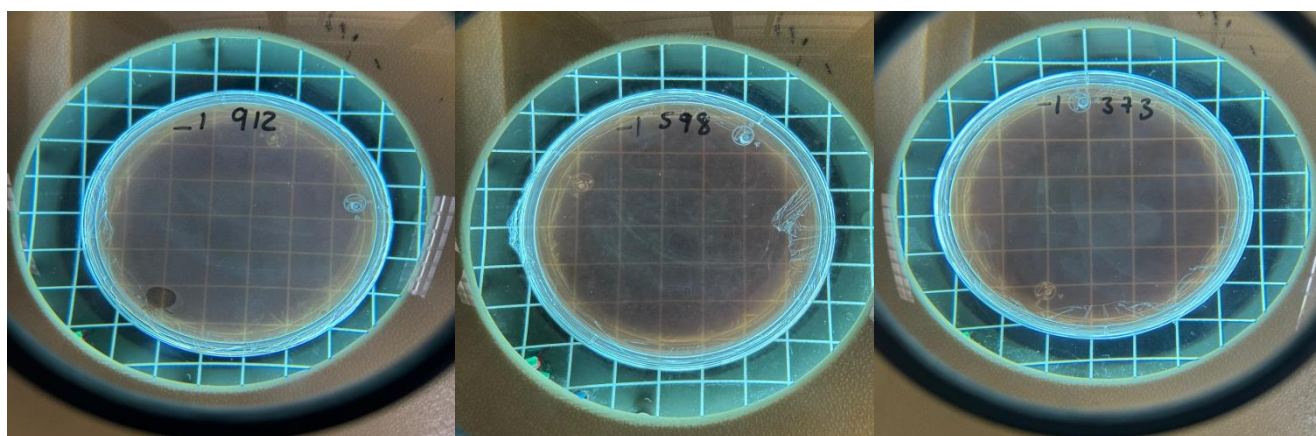


Figura 15. Muestras limpias de *Salmonella* spp. de los tres tratamientos.

Análisis estadístico

One-way ANOVA: HUMEDAD 912, HUMEDAD 373, HUMEDAD 598

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	0.67732	0.33866	40.79	0.007
Error	3	0.02491	0.00830		
Total	5	0.70223			

S = 0.09111 R-Sq = 96.45% R-Sq(adj) = 94.09%

Level	N	Mean	StDev
HUMEDAD 912	2	4.5130	0.1102
HUMEDAD 373	2	3.6902	0.0041
HUMEDAD 598	2	4.0861	0.1129

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	Lower CI	Upper CI
HUMEDAD 912	4.3028	4.7232
HUMEDAD 373	3.6861	3.6943
HUMEDAD 598	3.9732	4.1990

3.50 3.85 4.20 4.55

Pooled StDev = 0.0911

Grouping Information Using Tukey Method

Level	N	Mean	Grouping
HUMEDAD 912	2	4.5130	A
HUMEDAD 598	2	4.0861	B
HUMEDAD 373	2	3.6902	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Figura 18. Resultados de humedad analizado por ANOVA.

One-way ANOVA: aW 598, aW 912, aW 373

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	0.0003556	0.0001778	1600.00	0.000
Error	6	0.0000007	0.0000001		
Total	8	0.0003562			

S = 0.0003333 R-Sq = 99.81% R-Sq(adj) = 99.75%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	Lower CI	Upper CI
aW 598	3	0.0000000	0.0000000	(*)	(*)
aW 912	3	0.0000000	0.0000000	(*)	(*)
aW 373	3	0.0133333	0.000577	(*)	(*)

0.0000 0.0040 0.0080 0.0120

Pooled StDev = 0.000333

Grouping Information Using Tukey Method

Level	N	Mean	Grouping
aW 373	3	0.013333	A
aW 912	3	0.000000	B
aW 598	3	0.000000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Figura 17. Resultados de actividad de agua analizado por ANOVA.