

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**



**“DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE UN
TOTOPO FUNCIONAL A BASE DE HUITLACOCHÉ”**

Por:

JOSELINE ROCIO SOLIS MENDOZA

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Agosto del 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERIA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

**“DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE UN
TOTOPPO FUNCIONAL A BASE DE HUITLACOCHÉ”**

Por:

JOSELINE ROCIO SOLIS MENDOZA

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

COMITÉ ASESOR



Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Asesor principal



Dr. Alonso Méndez López

Coasesor



M.E. Laura Olivia Fuentes Lara

Coasesor



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Coasesor

Dr. José Dueñez Afanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México



Agosto del 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERIA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

**“DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE UN
TOTOPO FUNCIONAL A BASE DE HUITLACOCHÉ”**

Por:

JOSSELINE ROCIO SOLIS MENDOZA

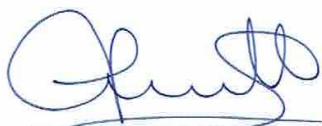
TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

JURADO CALIFICADOR



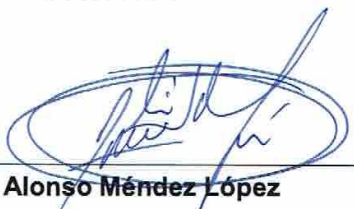
Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Presidente



M.E. Laura Olivia Fuentes Lara

Vocal



Dr. Alonso Méndez López

Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal

Saltillo, Coahuila, México

Agosto del 2020

ÍNDICE

RESUMEN.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	- 12 -
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	- 14 -
1.2 HIPÓTESIS.....	- 14 -
1.3 OBJETIVOS.....	- 14 -
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	- 16 -
2.1 Alimento Funcional.....	- 16 -
2.2 Botana.....	- 20 -
2.3 Huitlacoche.....	- 23 -
2.4 Harina de almendras.....	- 25 -
2.5 Chía.....	- 26 -
2.6 Clavo.....	- 26 -
2.7 Comino.....	- 27 -
2.8 Cebolla en polvo.....	- 28 -
2.9 Huevo.....	- 29 -
2.10 Ajo en polvo.....	- 30 -
2.11 Mantequilla.....	- 32 -
2.12 Sal.....	- 32 -
2.13 Evaluación Sensorial.....	- 34 -
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 40 -
3.1 Material Biológico para la elaboración del totopo.....	- 40 -
3.2 Materiales de laboratorio para elaboración del totopo.....	- 40 -
3.3 Materiales para evaluación sensorial del totopo.....	- 40 -
3.4 Materiales para Bromatológico.....	- 41 -

3.5	Métodos	- 43 -
3.5.1.	Obtención del totopo a base de huitlacoche	- 43 -
3.5.2.	Análisis de Colorimetría	- 44 -
3.5.3	Análisis Bromatológico.....	- 44 -
3.5.4.	Análisis Sensorial	- 51 -
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 53 -
4.1	Análisis de Colorimetría	- 53 -
4.2	Análisis Bromatológico	- 54 -
4.3	Análisis Sensorial	- 70 -
V.	CONCLUSIONES.....	- 76 -
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	- 78 -
7.	Anexos	- 83 -

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales componentes funcionales.....	- 19 -
Cuadro 2. Valor nutricional del huitlacoche (<i>U. maydis</i>).....	- 23 -
Cuadro 3. Información Nutrimental de Harina de Almendras MORAMA	- 25 -
Cuadro 4. Información nutrimental de ajo en polvo	- 31 -
Cuadro 5. Formulaciones para la obtención de totopo a base de huitlacoche	- 43 -
Cuadro 6. Análisis de elaboración espagueti con mezcla de harina de amaranto con maíz y amaranto con trigo.....	- 58 -
Cuadro 7. Valor nutricional del huitlacoche (<i>U. maydis</i>).....	- 60 -
Cuadro 8. Análisis composicional de almendras en tres regiones.....	- 60 -
Cuadro 9. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en grasa	- 62 -
Cuadro 10. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en fibra	- 64 -
Cuadro 11. Efecto de contenido de proteínas, triptófano y lisina en hongo de huitlacoche (<i>U. maydis</i>) inoculado en diferentes variedades de maíz Tigre, Bengala y QPM.	- 66 -
Cuadro 12. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en proteína	- 67 -
Cuadro 13. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en carbohidratos.....	- 68 -
Cuadro 14. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en contenido energético.....	- 70 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Inoculación y cosecha del huitlacoche.....	- 13 -
Figura 2. Totopo de maíz nixtamalizado.....	- 22 -
Figura 3. Digestión en aparato Kjeldhal.....	- 47 -
Figura 4. Aparato Soxleth utilizado	- 48 -
Figura 5. Determinación de fibra en equipo de Labconco	- 50 -
Figura 6. Preparación del material para la evaluación.....	- 52 -
Figura 7. Indicaciones antes de la evaluación.....	- 52 -
Figura 8. Evaluación de un juez semi-entrenado	- 52 -
Figura 9. Muestras de ambas formulaciones para tomar datos de colorimetría.....	- 53 -
Figura 10. Comparación de resultados de colorimetría entre las formulaciones.....	- 54 -
Figura 11. Contenido porcentual de materia seca parcial, comparación de resultados entre las formulaciones	- 55 -
Figura 12. Contenido porcentual de materia seca total, comparación de resultados entre las formulaciones	- 56 -
Figura 13. Contenido porcentual de humedad, comparación de resultados entre las formulaciones	- 57 -
Figura 14. Contenido porcentual de cenizas, Comparación de resultados entre las formulaciones	- 59 -
Figura 15. Contenido porcentual de extracto etéreo, comparación de resultados entre formulaciones	- 61 -
Figura 16. Contenido porcentual de fibra cruda, comparación de resultados entre las formulaciones	- 63 -
Figura 17. Contenido porcentual de proteína cruda, comparación de resultados entre las formulaciones	- 65 -
Figura 18. Contenido porcentual de extracto libre de nitrógeno, comparación de resultados entre las formulaciones	- 68 -
Figura 19. Calorías, comparación de resultados entre las formulaciones ..	- 69 -
Figura 20. Atributo color	- 71 -

Figura 21. Atributo sabor	- 72 -
Figura 22. Atributo textura	- 73 -
Figura 23. Atributo olor	- 74 -
Figura 24. Atributo preferencia global.....	- 75 -

DEDICATORIA

Al Ángel de la guarda que Dios mando para el camino de mi vida y que siempre lo he llamado con amor **Papá**.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios y Nuestra Señora de Guadalupe** por cuidarme y protegerme en el tiempo que me han brindado de regalo en la vida terrenal y llenarme de fortaleza, por poner en mi camino las personas que necesito en cada paso que doy y que hacen de mi la persona que ahora soy.

A mis **padres** Jorge Alberto Solis Vázquez y María Guillermina Mendoza Barrón por ser los mentores que Dios sabía que necesitaba para formar la base del propósito de mi vida, a ti papá por cuidarme y protegerme y a la vez hacer de mí una persona honesta, respetuosa, responsable, humilde y agradecida, a ti mamá por hacerme una mujer fuerte, segura y autosuficiente, gracias papás por formar una familia maravillosa la cual forma parte de mi felicidad y su amor por mí y mi amor por ustedes hará eco en la eternidad.

A mis **hermanas** Jennifer Guadalupe Solis Mendoza y Jubila Nallely Solis Mendoza que gracias a ellas aprendí el verdadero significado de responsabilidad al cuidar de ellas con amor y por ser su hermana mayor hacerles saber que se puede llegar tan lejos como ellas se lo propongan.

A mi **pareja** Marcos Sáenz Hernández que forma parte de mi felicidad y motivación y que sus palabras son el mejor motor para seguir adelante.

A mi **Alma Mater** que con su nobleza me permitió llevar mi estancia universitaria como la mejor de mis etapas ya que en ella encontré mi formación profesional, además de la madurez personal.

A todos los profesores que han formado mi educación, especialmente a la **maestra** Xochitl Ruelas Chacón por ser una persona humilde y talentosa de la que he aprendido lo suficiente y con la que sé que siempre puedo contar, porque ayudar al prójimo es su más bonita virtud como persona.

RESUMEN

Actualmente existe muy poca información sobre productos elaborados a base de huitlacoche, este hongo actualmente se puede encontrar fresco o enlatado y es como actualmente se comercializa.

Debido a que el Huitlacoche (*Ustilago maydis*) es una delicia culinaria es un producto que se consume mucho actualmente en México y en el mundo, y que por sus propiedades funcionales tiene más valor económico que el grano de maíz siendo éste un hongo que afecta al maíz.

Hoy en día los consumidores exigen alimentos fáciles de consumir pero que aporten nutrientes extras a los requeridos diariamente como los son los metabolitos primarios (carbohidratos, proteínas, lípidos). En ese sentido, el objetivo principal de este trabajo fue la elaboración de un totopo funcional a base harina de huitlacoche, con el propósito de desarrollar un producto viable, innovador y fácil de consumir.

Se elaboraron dos formulaciones de totopo a través de un proceso de horneado (con 25% y con 50% de harina de huitlacoche), además, a la mezcla se le adicionó harina de almendras, lo que le dio un valor adicional, un totopo apto para personas celiacas.

A los totopos funcionales a base de huitlacoche se les evaluó la calidad bromatológica, los parámetros fueron porcentaje de cenizas, porcentaje de humedad, materia seca, grasa, carbohidratos, proteína y fibra, se obtuvieron valores que la clasifican como una botana que puede ser consumida sin riesgo alguno.

Además, se realizó un análisis de colorimetría que demostró que en la característica de color no había diferencias significativas entre ambas formulaciones, debido a que es un producto oscuro puede considerarse un alimento tipo gourmet. Así también, se les práctico una evaluación sensorial por medio de una prueba de preferencia con la cual se corroboró las diferencias de las características como color, olor, sabor, textura y apariencia global entre ambas muestras (mezclas), de acuerdo a la evaluación de los 30 jueces entrenados y semientrenados. Resultando la de mayor

preferencia por parte de los jueces la formulación 1 que contiene un 25% de harina de huitlacoche.

Palabras Claves: Huitlacoche, harina de almendras, botana, alimento funcional.

Correo electrónico: solisjosseline@gmail.com, xruelas@uaaan.edu.mx (asesora de tesis)

I. INTRODUCCIÓN

Las botanas en México al igual que en otros países del mundo son el producto que cubre las necesidades de los consumidores, considerando la accesibilidad, el precio, el buen sabor y una amplia variedad de gustos y porciones, no es exclusivo de una clase social y está enfocada a todas las edades.

Según la Norma Oficial Mexicana 187, se les llama botanas a los productos de pasta de harinas, de cereales, leguminosas, tubérculos o féculas; así como de granos, frutas, frutos, semillas o leguminosas con o sin cáscara o cutícula, tubérculos; productos nixtamalizados y piel de cerdo, que pueden estar fritos, horneados, explotados, cubiertos, extruidos o tostados; adicionados o no con sal y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos.

Existe una gran variedad de botanas, que tienen características de sabores diferentes, el propósito de éstas son acompañar y compartir todos aquellos momentos de distracción y diversión, tanto fuera como dentro de casa, como son: papas tortilla chips, chicharrones de harina de trigo, chicharrón de cerdo, cacahuates (maní), habas, garbanzos, frutas y vegetales deshidratados y otras semillas (Valdés, 2009).

Dentro de la gran variedad de productos de tortillas podemos mencionar a los totopos. Se conoce como totopos a porciones de tortilla fritas o tostadas que poseen una textura crujiente y suelen consumirse acompañando otras comidas como frijoles, salsas y guacamole, etc. Los totopos se consumen principalmente en el sureste de México, en los estados de Oaxaca y Chiapas. A nivel mundial, el consumo de totopos de maíz nixtamalizado ocupa el segundo lugar de botanas saladas. Sin embargo, debido a cambios en el estilo de vida de los consumidores, el mercado experimenta una tendencia hacia la búsqueda de productos con buen sabor y alta calidad nutricional. Los consumidores están orientando su alimentación hacia alimentos que proporcionen un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica (Moreno, 2019).

En la lucha por atacar la obesidad en México, como ocurre en casi todos los países del mundo, se ha señalado con dedo acusador al segmento de las botanas, es por eso por lo que se buscan nuevas alternativas de botanas que tengan mayor aporte nutricional y que cada vez tengan menos contenido calórico.

El huitlacoche (*Ustilago maydis*) es una opción, este es un hongo consumido tradicionalmente en México y es considerado actualmente una alternativa de alimentación, su nombre popular, huitlacoche o cuitlacoche proviene de la palabra nathuatl "cuitlacochein" o "cuitlacuchtli" que significa "maíz degenerada en el trabajo". El hongo dimórfico es responsable de la formación de tizón común del maíz, que se caracteriza por la formación de agallas o tumores principalmente en la mazorca, pero también en los tallos y las hojas de la planta huésped *Zea mays*. Tradicionalmente se consume con productos de maíz nixtamalizado. Es una buena fuente de proteína (base de materia seca del 10-25%), con un alto contenido de lisina; un alto contenido de fibra (10-30% de materia seca) y ácidos grasos esenciales, tales como linolénico, linoleico, palmítico, entre otros. Actualmente el consumo de huitlacoche es mayormente en fresco, y debido a que es altamente perecedero, debe consumirse rápido, este producto de temporada no tiene diversidad en su procesamiento como se muestra en la Figura 1, por otro lado, se han encontrado beneficios funcionales importantes (Beas-Fernández *et al.*, 2011).



Figura 1. Inoculación y cosecha del huitlacoche. *Fuente: Colpos.mx, 2016*

1.1 JUSTIFICACIÓN

Actualmente se busca la elaboración de alimentos que puedan cumplir una función específica, como mejorar la salud o reducir el riesgo de contraer enfermedades. En México, el *huitlacoche* o *cuitlacoche* ha sido tradicionalmente apreciado como una delicia culinaria desde la época de los aztecas, y actualmente se está estudiando su potencial como alimento funcional y como productor de sustancias bioactivas naturales, que puedan ser utilizadas en la producción de alimentos fortificados.

Actualmente el consumo de huitlacoche es mayormente en fresco ya que es altamente perecedero, debe consumirse rápido, por lo tanto, este producto de temporada no tiene diversidad en su procesamiento. Además de que los consumidores de hoy en día buscan botanas que proporcionen un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica.

1.2 HIPÓTESIS

La sustitución de la harina de trigo por la harina de huitlacoche para la elaboración de snacks puede ser una alternativa de botanas de consumo para personas celiacas, además de aumentar el valor nutricional y funcional de las botanas.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo general:

- Desarrollar un totopo funcional a base de harina de huitlacoche que provea características aptas para consumirse como botana.

Objetivos específicos:

- Evaluar los parámetros de calidad de los totopos a base de huitlacoche.
- Determinar la formulación más adecuada para los totopos a base de huitlacoche.

- Analizar las características de calidad de los totopos mediante el análisis proximal (cenizas, humedad, materia seca, grasa, proteína, y fibra) y parámetros de color.
- Evaluar la aceptación de los totopos por el consumidor por medio de una prueba hedónica sensorial.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La creciente demanda por parte del consumidor moderno de alimentos saludables que son fuentes rápidas de buena nutrición ha llevado a la industria alimentaria a desarrollar alimentos como bocadillos que combinen conveniencia y nutrición. Se están haciendo muchos intentos para mejorar el valor nutritivo y la funcionalidad de los refrigerios modificando su composición nutritiva (Shabir *et al.*, 2015; Zahra & Safaa, 2015).

Las botanas son una parte integral de la dieta y han sido explotados comercialmente a gran escala durante un período de tiempo. Los crackers son los populares productos de aperitivos que tienen una demanda apreciable entre los consumidores. Los cereales ocupan un lugar importante en la nutrición humana ya que una gran proporción de la población lo consume en todo el mundo y se explota principalmente para la formulación de galletas (Shabir *et al.*, 2015; Zahra & Safaa, 2015).

2.1 Alimento Funcional

Aún no existe una definición universal para los alimentos funcionales porque se trata más de un concepto que de un grupo de alimentos. A grandes rasgos pueden considerarse alimentos funcionales aquellos que proporcionan un efecto beneficioso para la salud, además de sus contenidos de nutrición básica (Cadaval *et al.*, 2005).

El International Life Science Institute (ILSI) estableció que un “alimento funcional es aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable”.

Un alimento funcional es cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona. El

calificativo de funcional se relaciona con el concepto bromatológico de "propiedad funcional", o sea la característica de un alimento, en virtud de sus componentes químicos y de los sistemas fisicoquímicos de su entorno, sin referencia a su valor nutritivo (Alvídrez, 2002).

Entre los ejemplos de alimentos funcionales se pueden mencionar los que están enriquecidos con vitaminas y minerales, como los cereales o los lácteos. Otros alimentos tienen modificado alguno de sus componentes, como los ácidos grasos o la fibra, e incluso valores añadidos en base a su contenido en ácidos grasos $\omega 3$, ácido linoleico conjugado, luteína, isoflavonas, etc. (Cadaval *et al.*, 2005).

Los alimentos funcionales tienen características determinadas:

- Tienen que ser alimentos que se manipulen para conseguir algún beneficio extra, por eliminación, reducción o adición de algún componente.
- Los alimentos funcionales son básicamente alimentos "clásicos" pero llevan incorporado nuevos componentes alimentarios o no alimentarios, siempre que tengan un claro efecto beneficioso.
- La base de la alimentación es una alimentación completa y variada. Los alimentos funcionales, complementan la función nutritiva y la prevención de ciertas enfermedades. Hay que tener en cuenta que las cantidades deben ser las normalmente consumidas en la dieta.
- La presentación de un alimento funcional tiene que ser como la de un alimento, sin modificar sus características. Nunca deben presentarse en forma de cápsulas o comprimidos (Cadaval *et al.*, 2005).

Causas del auge sorprendente de los alimentos funcionales

Es un hecho que los consumidores han comenzado a ver la dieta como parte esencial para la prevención de las enfermedades crónicas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, la osteoporosis entre otras. De esta manera es que se presenta un fenómeno denominado de auto-cuidado (self-care) que es el factor principal que motiva a decidir comprar alimentos saludables, este factor es el que

regirá el crecimiento de la industria de los alimentos funcionales. En la industria alimenticia se reconoce un grupo poblacional denominado los "baby boomers" que son personas nacidas después de la segunda guerra mundial, entre 1946 y 1963, tienen alrededor de 50 años y buscan mantener la salud a través de la alimentación (aunque carecen de información fidedigna al respecto), y lo más importante para la industria alimenticia, tienen un poder económico muy fuerte, este es el mercado que hará florecer la industria de los alimentos funcionales (Alvídrez *et al.*, 2002).

En relación con las organizaciones encargadas de legislar en materia de alimentos, éstas deben encontrar soporte científico que avale los beneficios a la salud de los supuestos alimentos funcionales. En ese sentido se describieron los esfuerzos realizados alrededor del mundo, encabezados por Japón con la legislación FOSHU, y Estados Unidos de América con las modificaciones a la Ley de Etiquetado y Educación Nutricional (NLEA) y la Ley de Suplementos Dietarios, Salud y Educación (DSHEA) (20) (Alvídrez *et al.*, 2002).

El interés actual en los alimentos fisiológicamente funcionales comenzó en Japón, donde hace 14 años surgió por primera vez el término "functional food", como un medio de mejorar la salud de su población bastante mermada como consecuencia de los efectos de la II Guerra Mundial y como forma de reducir los costos sanitarios. Japón fue pionero en establecer un sistema de aprobación para los alimentos funcionales, basado en resultados de investigaciones sobre los beneficios para la salud de productos concretos o de sus componentes. Así, en 1990 y como resultado del informe del Comité de Estudio de los Alimentos Funcionales, el Ministerio Japonés de Salud y Bienestar emitió un decreto por el cual se aprobaron los "Alimentos de Uso Específico para la Salud" (Foods for Specific Health Use, FOSHU), referidos a aquellos alimentos que contienen componentes que desempeñan una función favorable y específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, que van más allá de su contenido nutricional (Cadaval *et al.*, 2005).

Alimentos en el mundo

Actualmente existen muchos alimentos funcionales en el mundo. Siendo Estados Unidos uno de los países que tiene muy claro el objetivo de los alimentos funcionales para llegar a prevenir enfermedades en la población, por ejemplo, resulta fácil encontrar barras de cereales destinadas a mujeres de mediana edad, suplementadas con calcio para prevenir la osteoporosis, o por proteína de soya para reducir el riesgo de cáncer de mama y con ácido fólico, para un corazón más sano, panecillos energizantes y galletas adicionadas con proteínas, zinc y antioxidantes (Alvídrez *et al.*, 2002).

En Europa se utilizan rótulos que indican "Valor aumentado", así como en Alemania se comercializan golosinas adicionadas con vitamina Q10 y vitamina E. En Italia las góndolas de los supermercados ofrecen yogures con omega 3 y vitaminas y Francia ofrece azúcar adicionada con fructo-oligosacaridos para fomentar el desarrollo de la flora benéfica intestinal (Alvídrez *et al.*, 2002).

En el cuadro 1 se presentan algunos ejemplos de componentes de alimentos funcionales.

Cuadro 1. Principales componentes funcionales

Clase/Componente	Origen	Beneficio potencial
Carotenoides		
<i>Beta caroteno</i>	Zanahoria	Neutraliza los radicales libres que podrían dañar a las células
<i>Luteína</i>	Vegetales verdes	Contribuye a una visión sana
<i>Lycopeno</i>	Tomate	Podría reducir el riesgo de cáncer de próstata
Fibras dietéticas		
<i>Fibra insoluble</i>	Cáscara de trigo	Podría reducir el riesgo de cáncer de colon

<i>Beta glucano</i>	Avena	Reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular
Ácidos grasos		
<i>Omega 3, ácido graso DHA</i>	Aceites de peces	Podrían reducir el riesgo de enf. Cardiovascular y mejorar funciones mentales y visuales
<i>Ácido linoléico</i>	Queso, productos cárnicos	Podrían mejorar la composición corporal, podrían reducir el riesgo de ciertos tipos de cáncer
Flavonoides		
<i>Catequinas</i>	Te	Neutraliza radicales libres, podría reducir el riesgo de cáncer
<i>Flavonas</i>	Cítricos	Neutraliza radicales libres, podría reducir el riesgo de cáncer
Esteroles vegetales		
<i>Ester estanol</i>	Maíz, soya, trigo	Reduce los niveles de colesterol sanguíneo
Prebióticos/Probióticos		
<i>Fructooligosacáridos</i>	Achicoria, cebolla	Podría mejorar la salud gastrointestinal
<i>Lactobacilos</i>	Yogurt	Podría mejorar la salud gastrointestinal
Fitoestrógenos		
<i>Isoflavonas</i>	Alimentos con soya	Podrían reducir los síntomas de la menopausia

Fuente: Alvírez *et al.*, 2002

2.2 Botana

Según la NOM-187-SSA1/SCFI-2002 se les llama botanas a los productos de pasta de harinas, de cereales, leguminosas, tubérculos o féculas; así como de granos, frutas, frutos, semillas o leguminosas con o sin cáscara o cutícula, tubérculos; productos nixtamalizados y piel de cerdo, que pueden estar fritos, horneados,

explotados, cubiertos, extruidos o tostados; adicionados o no con sal y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos.

La fabricación de alimentos procesados (es decir, aperitivos) requiere el desarrollo de nuevos productos de acuerdo con las necesidades y preferencias de los consumidores, como siendo una oportunidad para incorporar compuestos bioactivos benéficos relacionados de la salud humana como parte de las formulaciones. Galletas dulces y saladas se consideran algunos de los productos horneados bajo contenido de humedad más populares hechas con trigo blando harina en los Estados Unidos y México. Las galletas se han convertido en los bocadillos más consumidos entre las personas jóvenes y adultas debido a su bajo costo de fabricación, conveniencia, larga vida útil y capacidad para servir como vehículo de nutrientes importantes. Además, el consumo de productos de panadería ha aumentado como resultado de la urbanización y el crecimiento de la población femenina trabajadora. Hoy en día, los consumidores están más preocupados por su salud alimentaria y la demanda que proporcionan es sobre salud, calorías reducidas, alta contenido en proteínas, y fibra dietética (Morales *et al.*, 2017).

Los totopos de maíz nixtamalizado (Figura 2) ocupan el segundo lugar de consumo de botanas saladas a nivel mundial, sólo por detrás de los productos de las papas fritas. Estos incrementos se han observado debido a los cambios en los estilos de vida, aunado a eso también el mercado experimenta una tendencia en la búsqueda de productos de mejor calidad nutricional con respecto a los tradicionales, por otra parte, cuatro de cada diez consumidores están buscando botanas que proporcionan un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica (Amador *et al.*, 2019).



Figura 2. Totopo de maíz nixtamalizado. *Fuente: Oteiza, B.*

Los crackers son los populares productos de aperitivos que tienen una demanda apreciable entre los consumidores. Los cereales ocupan un lugar importante en la nutrición humana ya que una gran proporción de la población lo consume en todo el mundo y se explota principalmente para la formulación de galletas (Shabir *et al.*, 2015). Sin embargo, los pacientes con enfermedad celíaca no pueden consumir productos de cereales que contienen proteínas de gluten (Ahmad *et al.*, 2019), es por ello que los ingredientes con los que son realizados estos productos son sustituidos por otros funcionales, como en el caso de la elaboración del totopo funcional, en el caso de la harina, fue sustituida por harina de almendras y de huitlacoche entre otros ingredientes que colaboran a que el totopo además de ser una botana, puede brindar múltiples beneficios como una buena digestión debido a la semilla de chía y además cabe destacar la eliminación del uso de aceite debido a que el totopo logra el crunch que caracteriza a este tipo de botana con el proceso de horneado.

A continuación, se hace una descripción de los ingredientes utilizados en la elaboración del totopo funcional.

2.3 Huitlacoche

El huitlacoche es un alimento único en el mundo, ya que representa la combinación de un hongo comestible (*Ustilago maydis*) y la semilla de la planta de maíz (*Zea mays L.*) Se trata de una relación huésped (maíz) – parásito (hongo), en la cual las semillas de maíz se deforman por el crecimiento del hongo generando estructuras denominadas agallas. Desde épocas prehispánicas, las diversas culturas establecidas en México han valorado y consumido estas agallas como un excelente alimento tradicional.

Este alimento tradicional es rico en proteínas, fibra y carbohidratos, aunque bajo en grasas como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valor nutricional del huitlacoche (*U. maydis*)
Componentes (g/100 g base seca)

Proteínas	Fibra y Carbohidratos	Grasas	Cenizas
12.1-21.0	62.6-74.5	3.6-11.1	4.3-6.1

Fuente: *Colpos.mx*, 2016

Además de su importante valor nutricional, se han demostrado las siguientes propiedades funcionales en el huitlacoche (*U. maydis*):

- Antioxidantes
- Hipocolesterolémicas
- Inmunomoduladoras
- Anticancerígenas
- Anti-inflamatorias
- Antimicrobianas
- Antidiabéticas
- Antihipertensión

Este alimento tradicional es recomendable para diversos tipos de dieta, por ejemplo:

- 1) Dietas bajas en glucosa, para el tratamiento y prevención de diabetes.
- 2) Dietas bajas en purinas, para el tratamiento y prevención de la gota y el reumatismo.
- 3) Dietas bajas en colesterol, para el tratamiento y prevención de enfermedades cardiovasculares.
- 4) Dietas bajas en sodio, para el tratamiento y prevención de la presión arterial alta y la diabetes.
- 5) Dietas ricas en fibra, para el tratamiento y prevención de la colitis y el estreñimiento.
- 6) Dietas bajas en calorías, para el tratamiento y prevención de la obesidad.
- 7) Dietas ovo-lacto-vegetarianas y vegetarianas, como fuente de proteínas, vitaminas (C, D), minerales (potasio, fósforo, hierro, calcio), y antioxidantes.

El uso de huitlacoche como alimento se ha extendido hasta el punto de que actualmente es un deleite culinario de los chefs internacionales debido a la mezcla única de componentes que producen su sabor, aroma y características organolépticas. La determinación de proteínas totales, aminoácidos, fibra dietética, carbohidratos y ácidos grasos insaturados se ha realizado a través de estudios nutricionales, identificando el huitlacoche como un alimento funcional que produce sustancias bioactivas, estas últimas pueden usarse para crear productos alimenticios fortificados. Huitlacoche está actualmente disponible en México durante los meses de julio y agosto, pero para poder comercializarse a nivel internacional debe poder producirse durante todo el año, lo que requiere el desarrollo de formas de producción que puedan resultar en una fuente económica y nutricionalmente viable. Producto funcional de agradable aroma, color y sabor (Montiel *et al.* 2010).

2.4 Harina de almendras

La harina de almendras es perfecta para los celíacos porque es una harina sin gluten. También es una gran opción para cualquier persona con una dieta baja en carbohidratos (Cuadro 3). Si estas siguiendo una dieta o eres celíaco. Como el nombre indica, está hecha de almendras. Estas primero son blanqueadas para quitar la piel y luego molidas hasta tener una consistencia muy fina (López, 2018).

La nutrición que nos dan las almendras es impresionante. Solo una taza de esta harina contiene alrededor de 90 almendras. Proporcionan más del 100 % de Vitamina E que necesitamos diariamente. Es muy versátil y se puede utilizar en todo tipo de alimentos horneados (López, 2018).

Cuadro 3. Información Nutricional de Harina de Almendras MORAMA

Información Nutricional	
Tamaño por porción: 50 g Porciones por empaque: 7	
Cantidades por porción	
Cont. Energético 1 214kJ (293kcal)	
Grasa total 25g	
Grasas Saturadas 2g	
Sodio 20mg	
Total de Carbohidratos 11g	
Azúcares 2g	
Fibra Dietética 5g	
Proteínas 11g	
Hierro 10% VNR*	Calcio 10% VNR*
Magnesio 35% VNR*	Vitamina E 60% VNR*
VNR* Valor Nutricional de Referencia para la población Mexicana de acuerdo con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010	

Fuente: Morama, 2019.

La ciencia ha demostrado que las almendras son una potencia natural cuando se trata de la salud del corazón. También para la gestión del azúcar en la sangre e incluso algunos tipos de cáncer. Se ha descubierto que la harina de almendras es

incluso mejor que los carbohidratos complejos, cuando se trata de perder peso y mantener una cintura más delgada (López, 2018).

2.5 Chía

Chía (*Salvia hispanica* L.) es una planta anual de la familia Lamiaceae. En la época precolombina, sus semillas eran uno de los alimentos básicos de las civilizaciones centroamericanas. Las semillas de chía están compuestas de proteínas (15–20 g / 100 g), lípidos (30–33 g / 100 g), ceniza (4–5 g / 100 g) y carbohidratos (26–41 g / 100 g) y tienen un alto Contenido de fibra (18-30 g / 100 g). Estas semillas contienen una gran cantidad de antioxidantes, minerales y vitaminas. Su consumo puede promover el funcionamiento intestinal adecuado, disminuir los niveles de glucosa en la sangre y disminuir la incidencia de enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico. Las semillas de chía son ricas en ácidos grasos poliinsaturados, especialmente los ácidos grasos omega-3 (50–57 g / 100 g) y omega-6 (17–26 g / 100 g). Estos ácidos grasos se encuentran en los tejidos que constituyen el sistema nervioso central, desempeñan un papel en el buen funcionamiento de la visión, así como en la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades autoinmunes e inflamatorias. Además de ser importantes desde el punto de vista nutricional para la buena salud, estos ácidos grasos son beneficiosos para las personas que padecen enfermedades cardíacas, diabetes y trastornos de la respuesta inmunitaria (Coelho & Salas, 2015).

2.6 Clavo

Una de las especias más utilizadas por sus propiedades aromatizantes es el llamado “clavo de especia” o simplemente clavo, correspondiente a la especie botánica *Syzygium aromaticum* de la familia Myrtaceae. Pero el clavo posee además unas propiedades terapéuticas que hacen que se emplee desde hace muchos años, especialmente como estomatológico, analgésico y anestésico tópico, antiinflamatorio y antiséptico (Emilia, 2010).

Tradicionalmente el clavo se emplea en Australia y en diferentes países asiáticos para tratar problemas dentales, alteraciones respiratorias, dolor de cabeza e irritaciones de garganta. Se emplea externamente en aplicación tópica para el tratamiento de dolor de dientes e infecciones menores de la boca y piel. En algunas zonas del mundo está considerado como afrodisíaco (Emilia, 2010).

2.7 Comino

Esta planta herbácea, conocida en el mundo de la ciencia como *Cuminum cyminum*, es una de las especies mediterráneas más empleadas con fines culinarios, como condimento y aderezo de variados platos, sin embargo, las propiedades del comino van más allá de sus bondades gastronómicas, extendiéndose su uso en el área medicinal, ofreciendo grandes beneficios a nuestra salud (Aroca, 2013).

Entre las propiedades del comino en el campo terapéutico siempre destacan las de antiparasitario de tipo general, digestivo y antiflatulento, pues nos ayuda a expulsar los gases que se forman en el tubo estomacal e intestinal (Aroca, 2013).

Además, el comino tiene cualidades naturales para aumentar la producción de leche materna en las mujeres, y por ello se considera que tiene propiedades galactógenas (Aroca, 2013).

No podemos dejar de mencionar que es un formidable antibacteriano, que por igual puede combatir infecciones bucales, de los órganos respiratorios y las que se localicen en la piel.

Los naturalistas recomiendan su empleo de manera controlada por su alto poder diurético, mejorando así la función renal, otra de las muy conocidas propiedades del comino, sin dejar de mencionar que su consumo como complemento nutricional, se transforma en un hipoglucémico, pues logra disminuir los niveles de azúcar en la sangre (Aroca, 2013).

También el comino está considerado entre los vegetales con mayores propiedades antioxidantes, brindando sus beneficios como anticancerígeno natural.

Asimismo, quienes padecen trastornos del sistema nervioso, tendrán un poderoso aliado en el comino, cuya ingesta les inducirá a la relajación y al sueño al ser considerado como tranquilizante natural (Aroca, 2013).

2.8 Cebolla en polvo

Las cebollas son una de las verduras que jamás faltaría en una cocina mexicana, ya que su único sabor les da a muchos platillos un toque tan especial y delicioso como ninguna otra (INSTANTIA, 2015).

La cebolla en polvo, justo como la entera, ofrece beneficios a la salud que deben ser tomados en cuenta por todas las personas que la consumen, ya que además de ser un ingrediente básico en casi cualquier comida, ya sea para sazonar, o como acompañamiento, o quizás como parte de alguna ensalada, aporta una gran cantidad de nutrientes que propician el buen funcionamiento del aparato digestivo (INSTANIA, 2015).

Es muy importante mencionar que la cebolla en polvo difícilmente pierde sus propiedades al ser deshidratada y procesada, lo que implica una ventaja para muchas personas que gustan de consumirla y son incapaces de lograr una buena digestión si es que la consumieran entera.

Los compuestos contenidos en las cebollas tienen su base en el azufre, siendo así que poseen los llamados sulfóxidos en abundancia. La cebolla en polvo, al igual que la entera, permite ayudar al cuerpo a mantener la flora intestinal y las bifidobacterias, cuya función principal es la de contrarrestar el crecimiento de bacterias que puedan dañar el sistema digestivo, ayudando así, de primera instancia, a mejorar la salud en general (INSTANIA, 2015).

Los procesos digestivos más complejos se ven beneficiados directamente por el componente básico de las cebollas, la inulina, la cual permite al cuerpo desarrollar el ambiente perfecto para que las bacterias que ayudan a la digestión de los alimentos realicen sus funciones sin complicaciones.

En realidad, las propiedades generales de la cebolla se enfocan en potenciar la capacidad natural de las bacterias que se encargan de la mayoría de los procesos digestivos. Algunas personas pueden ser más sensibles que otras a este tipo de propiedades antibacterianas y probióticas de las cebollas, sin embargo, es recomendable que cuando este tipo de personas consuman tan beneficiosa verdura, eviten hacerlo cuando esté cruda (INSTANIA, 2015).

2.9 Huevo

Según la NOM-159-SSA1-1996 el huevo es el producto de la ovulación de la gallina (*Gallus domesticus*) y otras especies de aves que sean aceptadas para consumo humano.

El huevo es un alimento muy práctico y altamente nutritivo que debe formar parte de la dieta habitual, excepto que bajo alguna condición de salud o prescripción médica deba o haya sido excluido (Licata, 2010).

Los huevos resultan fáciles de preparar, combinar y consumir ya sea como parte principal o como ingrediente de todo tipo de platos como desayunos, ensaladas, pastas y postres.

Los huevos que habitualmente consumimos son de gallina, pero también sabemos que podrían ser de pava, pata, codorniz, avestruz, etc. Nos referiremos a los huevos de gallina de forma genérica. Una unidad pesa aproximadamente 35 a 60 gr. y está formado por dos partes consumibles, la clara y la yema, y una no apta para el consumo humano, la cáscara (Licata, 2010).

Composición

La cáscara, según sea la especie, será de diferentes colores, lo cual no tiene nada que ver con la calidad de este. Está formada por carbonato de calcio y su función es proteger al embrión (Licata, 2010).

Es importante saber que la cáscara tiene poros, para permitir la respiración, y a su vez esta característica la hace relativamente permeable al paso de ciertos microorganismos patógenos (salmonella).

La yema, es la tercera parte del huevo y porción de color amarillo. Se compone principalmente de grasas, proteínas, vitaminas y minerales. La intensidad de su color dependerá del alimento (granos y alfalfa) que consume la gallina. Una yema nos brinda 60 calorías y aporta grasas saludables.

La clara, de textura viscosa y transparente, está formada en un 90% de agua, el resto lo constituyen las proteínas (ovoalbúmina, la más abundante) y vitaminas. La clara es el único alimento que aporta proteínas sin grasa. Una clara de huevo aporta 17 calorías y 7 gramos de proteína de alto valor biológico (Licata, 2010).

2.10 Ajo en polvo

El ajo en polvo es una alternativa estupenda al ajo fresco, aunque no es del todo natural, es más de cinco veces más concentrado.

El ajo granulado se compone de granos finos con poca consistencia. También existe el ajo en polvo, que es tan fino como la harina. El contenido, en cualquier caso, es ajo seco. A través del secado, se consigue que la concentración del ajo sea entre cinco y diez veces mayor. El ajo en polvo prácticamente se disuelve y resulta muy práctico para elaborar salsas para ensalada. En el caso del granulado, se utiliza sobre todo para platos sólidos (*Diet-health.info.*, 2014).

En el Cuadro 4 se muestra la información nutrimental del ajo en polvo.

Cuadro 4. Información nutricional de ajo en polvo

Información nutricional por 100g		2000 kCal
Valor energético	331 kcal	16,6 %
Grasas	0,73 g	1,0 %
<i>de las cuales, saturadas</i>	<i>0,25 g</i>	<i>1,2 %</i>
Hidratos de carbono (incl. fibra)	73 g	26,9 %
<i>de los cuales, azúcares</i>	<i>2,4 g</i>	<i>2,7 %</i>
Fibra alimentaria	9 g	36,0 %
Proteínas (albúmina)	17 g	33,1 %
Sal (Na:60,0 mg)	152 mg	6,4 %

Fuente: Fundación Salud y Alimentación, 2019

La virtud antihipertensiva y por ende favorable a la actividad cardíaca y disminuidora de riesgos de ACV o ictus cerebral está perfectamente demostrada: la alicina tiene como principal compuesto el sulfuro de hidrógeno el cual facilita la distensión de las membranas celulares vasculares disminuyendo de este modo la presión sanguínea y favoreciendo la circulación y el transporte de oxígeno mediante la hemoglobina de los glóbulos rojos a los órganos (Diet-health.info, 2014).

Producción

Para la producción del ajo en polvo se intenta mantener el sistema aliina-alinasa y evitar la reacción de la alicina formada mediante la eliminación del agua.

Corte pequeñas escamas de unos cinco milímetros de espesor y séquelas inmediatamente a 60 ° C, ya que el secado por congelación en este caso no ofrece ninguna ventaja. Posteriormente se pulverizan o se trituran las escamas. El polvo de ajo contiene entre 0,5 y 2,5 % de alicina y otros compuestos derivados del azufre, como los tioglucósidos y la enzima alinasa. Además, contiene péptidos de

glutamina, triterpenos, esteroides, lectina, flavonoides, polisacáridos, fructano, adenosina y compuestos de selenio (Diet-health.info, 2014).

Del ajo se obtienen también el aceite esencial de ajo, el aceite macerado, así como extracto de ajo seco. Para ello, se dejan reposar las escamas de ajo en etanol con una concentración de entre 15 y 20 % durante unos 20 meses a temperatura ambiente, con el fin de que la alicina se transforme en compuestos estables de azufre. Después se filtra y se evapora con una presión reducida (Diet-health.info, 2014).

2.11 Mantequilla

La mantequilla se empezó a elaborar años más tarde que las leches fermentadas o la nata. Se tiene conocimiento de la elaboración de la mantequilla en los pueblos ganaderos desde el año 3.500 años a.C. Estos pueblos la obtenían al batir la nata en el interior de recipientes elaborados con pieles de animales. Posiblemente, se descubrió accidentalmente cuando, al realizar un excesivo batido de la nata, se obtenía otro producto con características similares y a la vez diferentes (Blánicas, 2007).

Según la NOM-185-SSA1-2002 la mantequilla es el producto obtenido de la grasa de la leche o grasa de la crema la cual ha sido pasteurizada, sometida a maduración, fermentación o acidificación, batido pudiéndose o no adicionar con sal.

Técnicamente la mantequilla es una emulsión del tipo “agua en aceite”, obtenida por batido de la crema, y que contiene no menos del 80% de materia grasa y no más del 16% de agua (Blánicas, 2007).

2.12 Sal

La sal común, o cloruro de sodio (NaCl) se consigue de diversos procesos. La más conocida es por evaporación del agua, que da lugar a la sal marina o de manantial. Otra forma es mediante la extracción de una roca llamada halita, que se pulveriza y

como resultado se consigue el condimento. Y por último también existe un método de conseguir sal a partir de plantas, en concreto de las gramíneas. Se hierven y se consigue sal, denominada sal vegetal (*Muy interesante, 2019*).

Desde la antigüedad la sal ha sido clave para el ser humano, tanto, que muchas poblaciones se asentaban cerca de los depósitos de sal para controlar su comercio. Ya en China en el siglo XVII a.C. se tiene constancia de su uso. En Europa, en los tiempos del Imperio Romano, se crearon rutas específicas para la distribución del preciado condimento (*Muy interesante, 2019*).

Además del uso culinario para dar más sabor a las comidas o como conservante de alimentos, la sal en la actualidad también se emplea en el mantenimiento de las carreteras. En invierno, cuando nieva y hiela se echan grandes cantidades de sal que, al contacto de esta con el hielo o la nieve, se disuelven (no se derriten), dejando transitables los caminos (*Muy interesante, 2019*).

Si tomamos sal en exceso la tensión arterial sube, los vasos sanguíneos están más comprimidos y el corazón realiza un esfuerzo adicional para bombear la sangre, es decir, produce hipertensión. Este trastorno es uno de los principales factores de enfermedad cardiovascular, por tanto, es muy importante controlar la ingesta de sal (*Muy interesante, 2019*).

Según la OMS lo ideal es no exceder de los 5 gramos de sal al día, lo que equivaldría a una cucharadita del condimento para todo el día. Pero además hay que tener en cuenta la sal que ya contienen muchos alimentos, y que también se incluyen en estos 5 gramos. En España el consumo medio es de unos 9,8 gramos, casi el doble de lo recomendado (*Muy interesante, 2019*).

Aunque se hable mucho de los riesgos del consumo de este mineral, la sal es indispensable, pero en su justa medida. Es imprescindible para mantener el organismo bien hidratado, que las células dispongan del agua necesaria, regula los fluidos del organismo y es importantísimo para que el sistema nervioso transmita bien los impulsos al cerebro (*Muy interesante, 2019*).

2.13 Evaluación Sensorial

El Instituto de Tecnólogos de Alimentos de Estados Unidos (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

El análisis o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo con las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernández, 2005).

También es considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernández, 2005).

Percepción Sensorial

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos.

La percepción se define como: “La capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce” (Hernández, 2005).

Entonces la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se

debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo con la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo (Hernández, 2005).

Los sentidos

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Hernández, 2005).

Los cinco sentidos se clasifican en:

- Químicos: Olfato y gusto
- Físicos: Vista, Tacto y Oído

La vista

La visión se realiza a través de los ojos, que se ubican en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras, es decir, sensibles a la luz, que al ser estimuladas por esta mandan impulsos al cerebro para que los interprete.

A través de este sentido se percibe las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como lo es principalmente el color, aunque también se perciben otros atributos como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura) (Hernández, 2005).

Olfato

El olfato del ser humano es un sentido muy rudimentario en comparación con el de algunos animales. Es el sentido que, alojado en la nariz, permite detectar la presencia de sustancias gaseosas.

Para estimular las células olfatorias es necesario que las sustancias sean volátiles, es decir, han de desprender vapores que puedan penetrar por las fosas nasales, y que sean solubles en agua para que se disuelvan en el moco y lleguen a las células olfatorias. Estas transmiten un impulso nervioso al bulbo olfatorio y, de este, a los

centros olfatorios de la corteza cerebral, que es donde se aprecia e interpreta la sensación (Hernández, 2005).

Las células olfatorias llegan a fatigarse: tras un largo periodo percibiendo una misma sustancia, dejan de emitir impulsos nerviosos respecto a ella, pero siguen detectando todos los demás olores.

Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma, el primer atributo tiene que ver con el producido por los alimentos por la volatilización de sustancias que se esparcen por el aire llegando hasta la nariz y el segundo consiste en la percepción de sustancias aromáticas de un alimento después de colocarlo en la boca. Al igual que el sentido de la vista las sensaciones percibidas pueden ser agradables o desagradables de acuerdo con las experiencias del individuo (Hernández, 2005).

Gusto

La lengua que es un órgano musculoso que además de su función gustativa, participa en la deglución. Toda su superficie a excepción de la base está recubierta por una mucosa, en cuya cara superior se encuentran las papilas, los receptores químicos de los estímulos gustativos (Hernández, 2005).

Las papilas se clasifican según su forma. Sólo las caliciformes, que se disponen en V, y las fungiformes, que se sitúan en la punta, los bordes y el dorso de la lengua, son las que tienen una auténtica función gustativa, ya que son las únicas que poseen botones o corpúsculos gustativos. Las papilas filiformes y coroliformes actúan por el tacto y por su sensibilidad a los cambios de temperatura (Hernández, 2005).

Los botones gustativos presentan forma ovoide y están constituidos por unas 5 a 20 células gustativas, unas cuantas células de sostén, unos pelos o cilios gustativos y un pequeño poro que se abre a la superficie mucosa de la lengua. Las papilas recogen cuatro sabores fundamentales: dulce, salado, ácido y amargo, cuya proporción e intensidad sirven al cerebro para reconocer el alimento al que corresponden (Hernández, 2005).

Para que una sustancia pueda estimular las células sensitivas de los botones gustativos, debe ser un líquido o bien una sustancia soluble en saliva con el fin de que pueda penetrar por el poro gustativo. Al ser estimuladas, las diferentes células gustativas generan un impulso nervioso que llega, por separado, al bulbo raquídeo, y de aquí al área gustativa de la corteza cerebral. La inervación sensitiva corresponde al nervio vago y al glossofaríngeo, y la motora, al nervio facial (Hernández, 2005).

El sentido del gusto hace referencia a los sabores en los alimentos. Este atributo hace referencia a la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto. Cuando un individuo o catador se encuentra resfriado no puede percibir olores ni sabores, es por esto por lo que cuando se realice una evaluación sensorial de sabor, no sólo se debe tenerse en cuenta que la lengua del panelista este en perfectas condiciones sino además que no tenga problemas con la nariz y con la garganta (Hernández, 2005).

El sabor de un producto que se va a evaluar debe ser enmascarado, ya que este se ve influenciado por otras propiedades como el color y la textura, evitándose así que el catador se vea influenciado en sus respuestas, por estas propiedades.

Además de los cuatro sabores básicos, existen otros sabores que se denominan de acuerdo con la fuente de donde provienen clasificándose en: condimentos, frutas concentradas, especias, sabores procesados, oleorresinas, aceites esenciales y químicos aromáticos; también a diferentes calificativos que se les asigne como: picante, caliente, frío, astringente, refrescante, seco, etc.

El tacto

La piel es un tejido delgado y resistente que recubre todo el cuerpo, proporcionándole una cubierta protectora e impermeable. Es muy fina en algunos puntos, como los párpados (0,5 mm de espesor), y más gruesa en las palmas de las manos y las plantas de los pies (hasta 5 mm de espesor). La piel se compone de tres capas superpuestas: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo (Hernández, 2005).

La sensibilidad sensorial del tacto se percibe en la piel y en la lengua. A través de este sentido se detecta en un alimento: la textura, el tamaño, la forma, la viscosidad, la adhesividad, la untuosidad, la dureza, etc.

El oído

El oído es el aparato de la audición y del equilibrio. Sus órganos se encargan de la percepción de los sonidos y del mantenimiento del equilibrio. Cada oído consta de tres partes: oído externo, oído medio y oído interno.

El oído externo tiene la misión de captar los sonidos y llevarlos hacia el tímpano. Comprende la oreja o pabellón auricular, una estructura cartilaginosa con numerosos pliegues y que sobresale de cada lado de la cabeza, y el conducto auditivo externo, que se extiende hasta el oído medio y tiene unas glándulas que segregan cerumen, la cera que se forma en el oído externo y arrastra el polvo y la suciedad al exterior (Hernández, 2005).

La audición o sensación sonora se produce a partir de una vibración. Cuando el pabellón auricular recoge las ondas sonoras, estas se reflejan en sus pliegues y penetran en el conducto auditivo externo hasta que chocan con el tímpano. Esta membrana empieza a vibrar con una determinada frecuencia e intensidad. La cadena de huesecillos del oído medio amplía este movimiento vibratorio y lo transmiten a la ventana oval, ya en el oído interno. Aquí, la energía mecánica de las ondas sonoras se transforma en energía eléctrica gracias a que las fibras del nervio auditivo estimulan el órgano de Corti, ubicado en el caracol, y transmiten la sensación auditiva al cerebro (Hernández, 2005).

El Flavor

El flavor de acuerdo con el British Standard Institution se define como: “la combinación del sabor y el olor puede estar influenciada por las sensaciones de dolor, calor, frío y sensaciones táctiles” (Hernández, 2005).

Funcionamiento de un panel de evaluación sensorial

Para el desarrollo y funcionamiento de un panel de evaluación sensorial es necesario tener en cuenta ciertos parámetros para conseguir resultados lo más objetivamente posibles.

Las condiciones para el desarrollo y aplicación de las diferentes pruebas sensoriales son los jueces, los cuales deben ser seleccionados y entrenados, además es necesario proporcionar las condiciones locativas básicas, para la sala de catación o cabinas, para el sitio de preparación de las muestras. También se tiene un especial cuidado en el momento de elegir la prueba que se va a aplicar, el formulario, el número de muestras, las cantidades, los alimentos adicionales que van a servir de vehículo para ingerir la muestra, los recipientes que van a contener las muestras y la otra entre otras. Lo anterior brinda la seguridad y confiabilidad de los resultados, para posteriormente a través del estudio estadístico, lograr un análisis significativo permitiendo determinar la aceptabilidad esperada por el consumidor (Hernández, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El totopo a base de huitlacoche fue elaborado en el Laboratorio de Alimentos I en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, en el cual también se realizó la Evaluación Sensorial del mismo; para las determinaciones bromatológicas se utilizó el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.1 Material Biológico para la elaboración del totopo

- Harina de Almendras (Morama)
- Semillas de chía
- Harina de huitlacoche
- Mantequilla sin sal (Gloria)
- Huevo
- Especias (ajo, comino, sal)
- Cebolla en polvo

3.2 Materiales de laboratorio para elaboración del totopo

- Horno estufa marca Mabe
- Bandeja de acero inoxidable
- Papel encerado
- Rodillo
- Tabla de plástico
- Moldes de figura cuadrada
- Recipiente de plástico hondo
- Cuchillo
- Sanitas

3.3 Materiales para evaluación sensorial del totopo

- Hojas de evaluación
- Vasos para tomar agua de 8 oz.

- Vasos de unicel para desecho de 8 oz.
- Plumas
- Agua
- Servilletas
- Popotes
- Platos para el contenido de las muestras
- Etiquetas
- Requesón San Jacinto
- Galletas Habaneras Integrales Gamesa
- Cubículos individuales para la evaluación
- Dos formulaciones de totopo terminado

3.4 Materiales para bromatológico

El estudio bromatológico se realizó por triplicado para cada formulación en el Laboratorio de Nutrición Animal dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Materia seca total

- Estufa marca Thermolyne
- Crisoles de porcelana
- Pinza para crisol
- Espátula de acero inoxidable
- Desecador
- Balanza analítica marca Explorer

Cenizas

- Mufla marca Thelco
- Crisol de porcelana
- Desecador
- Pinzas

- Balanza analítica Explorer

Proteína cruda o bruta

- Matraz Kjeldahl de 800 mL
- Aparato de digestión y destilación Kjeldahl
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Bureta
- Ácido sulfúrico 0.1 N
- Hidróxido de sodio 45%
- Ácido bórico 4%
- Indicador mixto
- Agua destilada
- Mezcla de selenio
- Perlas de vidrio
- Ácido sulfúrico concentrado

Extracto etéreo o grasa

- Aparato extractor tipo Soxhlet
- Dedales de asbesto
- Matraces bola fondo plano y boca esmerilada
- Estufa marca Thermolyne
- Pinzas balanza analítica
- Desecador
- Hexano o éter anhídrido
- Perlas de vidrio
- Papel filtro
- Algodón

Fibra

- Digestor Labconco
- Vasos de Berzelius de 600 mL
- Ácido sulfúrico 0.255N
- Hidróxido de sodio 0.313 N
- Agua destilada
- Filtros de tela de lino
- Embudos de vidrio

3.5 Métodos

Para la elaboración del totopo a base de huitlacoche se realizaron dos formulaciones diferentes en las cuales ambas contenían diferentes porcentajes de contenido de huitlacoche (Cuadro 5). Se realizó un estudio bromatológico para saber de su contenido nutrimental, además de medir color debido a que es un producto oscuro, seguido de una evaluación sensorial con la cual se determinó cual fue la muestra preferida por el consumidor.

Cuadro 5. *Formulaciones para la obtención de totopo a base de huitlacoche*

<i>Formulación</i>	<i>Ingredientes</i>						
	Harina de Almendras (%)	Harina de Huitlacoche (%)	Semilla de chíá (taza)	Mantequilla sin sal (taza)	Huevo (pza)	Especias (g)	Cebolla en polvo (g)
<i>A</i>	75	25	¼	¼	1	5	5
<i>B</i>	50	50	¼	¼	1	5	5

3.5.1. Obtención del totopo a base de huitlacoche

Se probaron varias formulaciones hasta llegar a la que se estandarizó.

1. Se precalienta el horno a una temperatura de 150°C.

2. Se mezclan los ingredientes en un procesador de alimentos usando las cantidades correspondientes para obtener ambas formulaciones.
3. La masa obtenida aplanada con un rodillo se mantuvo en refrigeración para poder realizar los cortes.
4. Se usaron moldes de cuadros de 3 x 3 cm aproximadamente.
5. Se distribuyeron en la bandeja y se hornearon a una temperatura de 150 °C por 50 min.

3.5.2. Análisis de Colorimetría

La determinación de los parámetros de color se realizó por triplicado sobre cada una de las muestras. Se utilizó un colorímetro marca Minolta CR-400. El sistema proporciona tres valores de color L (componente negro blanco) y coordenadas de cromaticidad a (componente +rojo a –verde) y b (componente +amarillo a –azul). El patrón de calibración fue una placa blanca CR-400.

3.5.3 Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico se realizó por triplicado por cada una de las formulaciones.

Materia Seca Parcial

Para obtener el dato de la cantidad de agua libre contenida en el totopo a base de huitlacoche se realizó la eliminación de agua libre por medio del calor de circulación seguida por determinación del peso del residuo, esta técnica se basa en someter a los insumos o alimentos a temperaturas entre 69-65°C la temperatura se regula para efectuar un secado máximo y para evitar un mínimo de pérdidas de sustancias volátiles y otras que se descomponen.

Se realizó a cada una de las formulaciones pesando anterior y posterior al secado lo cual nos lleva a la utilización de la siguiente formula:

$$\%MSP = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra total}} * 100$$

Materia Seca Total

Con la ayuda de crisoles previamente identificados y puestos en la estufa a una temperatura adecuada durante 24 horas para que estuvieran a peso constante, se sacaron y se pusieron en un desecador por un tiempo de 20 minutos con la ayuda de pinzas, transcurrido este tiempo se sacaron y se pesaron en una balanza analítica y se les colocó 2 gramos de muestra por triplicado de cada una de las formulaciones, es decir, en esta determinación se trabajó con la ayuda de 6 crisoles.

Los crisoles permanecieron en una estufa a una temperatura de 100-105°C durante 24 horas, después de este tiempo se sacaron de la estufa con la ayuda de las pinzas y se colocaron en un desecador por 20 minutos para enfriarse, se pesaron y se registró el peso de cada uno de ellos.

Las fórmulas utilizadas para su cálculo fueron las siguientes:

$$\%MST = \frac{\text{Peso del crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{gr de muestra}} * 100$$

$$\%H = 100 - \%MST$$

NOTA: cuando a las muestras se les determina MST la humedad total de la muestra se calcula multiplicando:

$$\%MSP * \%MST / 100$$

Cenizas Totales

Esta determinación se realizó por triplicado a cada una de las muestras, es decir, se analizaron 6 muestras en total, tres de formulación A y tres de formulación B. Debido a que las cenizas no tienen carbono y están formadas por diferentes sustancias minerales, la porción incombustible que son las cenizas se determinan quemando la porción combustible mediante una elevada temperatura que provoca la calcinación que esta puede ser de entre los 500-600°C, debido a esto al sacar los

crisoles se debe esperar hasta que la mufla una vez apagada baje la temperatura ya que es riesgoso abrirla de golpe para sacar los crisoles.

Para calcular el % de cenizas se hizo uso de la siguiente formula:

$$\%C = \frac{\text{peso del crisol} + \text{cenizas} - \text{peso del crisol solo}}{\text{gr de muestra}} * 100$$

$$\%Materia Organica = \%MST - \%Cenizas$$

Para ajustar los datos en base a materia seca total se dividió el porcentaje de cenizas entre su % MST y se multiplico por 100.

Proteína bruta

Para la determinación de proteína bruta se llevó a cabo gracias al método Kjeldahl que consiste básicamente en la conversión del nitrógeno de las sustancias nitrogenadas en amonio, este se lleva a cabo en tres etapas: Digestión, Destilación y Titulación, el mismo se llevó a cabo por triplicado para cada una de las formulaciones.

Etapas:

➤ Digestión

Esta es la primera etapa donde se utiliza un gramo de muestra previamente molido, se coloca en un matraz Kjeldahl, se agrega una cucharada de muestra de selenio, tres perlas de vidrio, 30 mL de ácido sulfúrico concentrado posteriormente es llevado al digestor Kjeldahl (área azul en la figura 3), de ahí solamente hay que esperar a que cambie a un color verde claro y esto nos indicara que la primera etapa esta lista.



Figura 3. Digestión en aparato Kjeldahl

➤ Destilación

Terminada la primera etapa se enfría el matraz colocándolo en una llave con cuidado y se agregan 300 mL de agua, se agregaron 50 mL de ácido bórico, se añadieron de 5 a 6 gotas de indicador mixto, se colocó la manguera del destilador (área verde en la figura 3) dentro del matraz, después se agito para que se disolviera bien la muestra, se abrió nuevamente la llave del agua colocando el matraz con cuidado, procurando no agitar el matraz se agregaron lentamente por las paredes del matraz 110 mL de hidróxido de sodio al 45%, se agregó de 5 a 6 granallas de zinc, se llevó al aparato de destilación Kjeldahl (área verde en la figura 3), después se obtuvieron 250 mL del destilado.

➤ Titulación

Para la titulación se utilizó ácido sulfúrico y se tiene que anotar la normalidad del ácido para posteriormente hacer uso de la siguiente formula:

$$\%Nitrogeno = \frac{ml\ ac.\ sulfurico\ gastados\ en\ la\ muestra - .3ml * 0.014 * N}{gr\ muestra} * 100$$

Donde:

N= Normalidad del ácido

1.014= mini equivalente de nitrógeno

1 eq de nitrógeno pesa 14 g/ eq= 14/100 = miliequivalente

$$\%PC = \%N * 6.25$$

El 6.25 resulta de dividir 100 entre 16 que es el porcentaje de nitrógeno que tienen los alimentos.

Extracto Etéreo o Grasa

Esta determinación se realizó gracias al método Soxleth (Figura 4), la cual se realizó por triplicado por cada una de las formulaciones, es decir, se realizaron 6 muestras en total, dicha determinación se realizó con la ayuda de un compuesto de extracción de extracto etéreo el cual fue el hexano que mediante el calor extrae los compuestos solubles hasta que la muestra se seca.

En dicha determinación se colocaron 4 gr de muestra en un papel filtro en 6 dedales previamente identificado, se agregaron 250 mL de hexano en un matraz bola fondo plano previamente identificado y sacado de la estufa y enfriado en un desecador, se colocó cada dedal en un sifón Soxleth diferente, se dejó por 6 horas sifoneando, después de esto se retira el dedal con las pinzas, se recupera el solvente, se lleva el matraz a la estufa, se deja 12 horas, se saca, se enfría y posteriormente se pesa.



Figura 4. Aparato Soxleth utilizado

Se utilizó la siguiente fórmula para saber el porcentaje de extracto etéreo contenido en el totopo en cada una de las formulaciones.

$$\%EE = \frac{\text{Peso del matraz} + \text{grasa} - \text{peso del matraz vacío}}{\text{gr de muestra}} * 100$$

Para ajustar el % EE en base a materia seca total se dividió entre %MST y se multiplica por 100.

Fibra Cruda

Después de la determinación de %EE se llevó a cabo la determinación de fibra cruda ya que para esta determinación se requieren 2 gr de muestra desengrasada, se coloca en un vaso de Berzelius, se agregan 100 mL de ácido sulfúrico al 0.255 N, se utiliza un digestor Labconco (figura 5), se enciende la parrilla de 2 a 3.5 y se colocan los vasos con las muestras, a partir de que comienza a hervir se toman 30 min, mientras tanto se calienta agua destilada, se preparan los embudos con filtro, una vez transcurridos los 30 min se filtra la muestra y se lava con agua caliente, después, con ayuda de una espátula se vacía la muestra en el vaso, se agregan 100 mL de hidróxido de sodio al 0.313 N a partir de que comienza a hervir se toma el tiempo de 30 min, posteriormente se retira la muestra, se filtra, se lava con agua caliente, con las pinzas se saca un crisol por cada muestra y con la ayuda de la espátula se retira la muestra del filtro y se coloca en el crisol, se deja el crisol por 12 horas en la estufa, se retira el crisol de la estufa, se deja enfriar, y se pesa, finalmente se lleva el crisol a la mufla durante dos horas, se saca y se deja enfriar y se pesa.



Figura 5. Determinación de fibra en equipo de Labconco

La obtención de % de fibra se obtuvo gracias a la siguiente formula:

$$\%FC = \frac{\text{peso del crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso de crisol} + \text{cenizas}}{\text{gr de muestra desengrasada}} * 100$$

Para ajustar los datos de % F.C en base a MST se dividió entre % MST y multiplique por 100.

Extracto Libre de Nitrógeno

En realidad, no se determina por análisis en el laboratorio, sino que se calcula por diferencia. El E.L.N. que corresponde a los azúcares, el almidón y gran parte del material clasificado como hemicelulosa. El E.L.N. se obtiene sumando los porcentajes de humedad, cenizas, grasas, proteínas y fibra cruda y se resta de 100 partes de muestra analizada. El E.L.N. Es necesario para realizar el cálculo total de nutrientes digestibles (TND), es decir como lo expresa la siguiente formula:

$$\%ELN = 100 - (\%C + \%P + \%EE + \%FC)$$

Calorías

Para la determinación del contenido calórico de acuerdo con la proteína, grasa y carbohidratos que aporta el totopo a base de huitlacoche se realizó por medio de los siguientes cálculos, el total de calorías es la suma de los tres cálculos:

$$\text{Calorias Proteina} = \frac{\%Proteina * 4Cal}{1 g}$$

$$\text{Calorias Grasa} = \frac{\%Extracto Etereo * 9 Cal}{1 g}$$

$$\text{Calorias Carbohidratos} = \frac{\% \text{Extracto Libre de Nitrogeno} * 4 \text{ Cal}}{1 \text{ g}}$$

El porcentaje de proteína (P), grasa (EE) y carbohidratos (ELN), dependerá de las muestras que se determinaron.

3.5.4. Análisis Sensorial

El análisis sensorial fue realizado como etapa fundamental como se muestra en las figuras 6, 7 y 8, debido a que en este análisis el panel nos indica si el producto funcional será aceptado o no por los consumidores, se llevó a cabo a través de la participación de 30 jueces entre ellos entrenados y semientrenados, esto con una prueba de preferencia en la cual los atributos a evaluar fueron color, sabor, textura, olor y la preferencia global.



Figura 6. Preparación del material para la evaluación



Figura 7. Indicaciones antes de la evaluación



Figura 8. Evaluación de un juez semi-entrenado

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación de la etapa experimental se realizó un análisis estadístico, el cual consistió en analizar las variables físicas de los totopos; color (L^* , a^* y b^*), también se analizaron las variables químicas (materia seca total, humedad, cenizas, proteína, grasa, extracto libre de nitrógeno y calorías), además se analizaron las variables sensoriales (color, sabor, textura, olor y preferencia global).

El diseño del experimento fue en bloques completamente al azar. Los resultados obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Infostat versión 2018 aplicando un análisis de varianza (ANOVA) y en caso de existir diferencia significativa se realizó una prueba de Tukey para la comparación de medias a una $P > 0.05$.

4.1 Análisis de Colorimetría

Los resultados obtenidos indicaron que no existe diferencia significativa entre ambas formulaciones obteniendo a $p > 0.05$, a simple vista las muestras lucen igual como lo muestra en la Figura 9:



Figura 9. Muestras de ambas formulaciones para tomar datos de colorimetría

En la siguiente gráfica (figura 10) se muestran los resultados de colorimetría, siendo la luminosidad la barra de color roja, a barra color azul y b barra color amarillo.

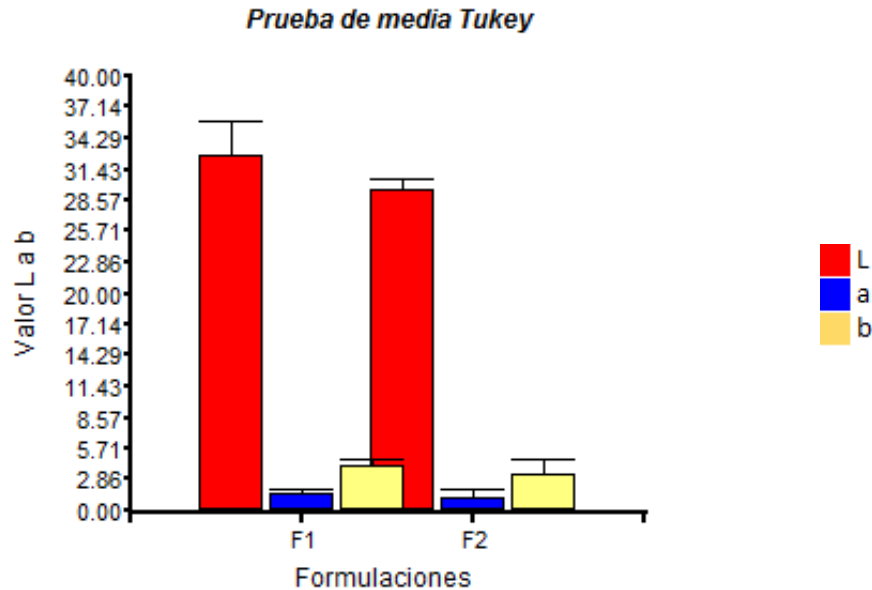


Figura 10. Comparación de resultados de colorimetría entre las formulaciones

Cabe destacar que las diferencias se pueden dar hasta en el punto donde toco en la muestra el colorímetro ya que no es una muestra completamente homogénea ya que a simple vista se pueden observar las semillas de chíá.

Sin embargo, hay que considerar que ambas muestras fueron hechas de harina de huitlacoche por tanto en los resultados de colorimetría no existen diferencias significativas debido a que el “huitlacoche contiene teliosporas que son de color negro, lo que influye en la coloración final del hongo” (Martínez *et al.*, 2008) por lo tanto del producto.

4.2 Análisis Bromatológico

Para el análisis de los datos obtenidos cabe mencionar que las formulaciones utilizadas fueron 2, la primera con un 25% de harina de huitlacoche y la segunda con un 50% de harina de huitlacoche.

Materia Seca Parcial

En el análisis de los resultados se encontraron diferencias entre la formulación A y la formulación B para los resultados de materia seca parcial.

Cabe destacar que el producto es un totopo horneado, el cual en el proceso pierde el mayor porcentaje de agua de esta manera es un producto que se presenta en base seca, dando un resultado como lo muestra la Figura 11:

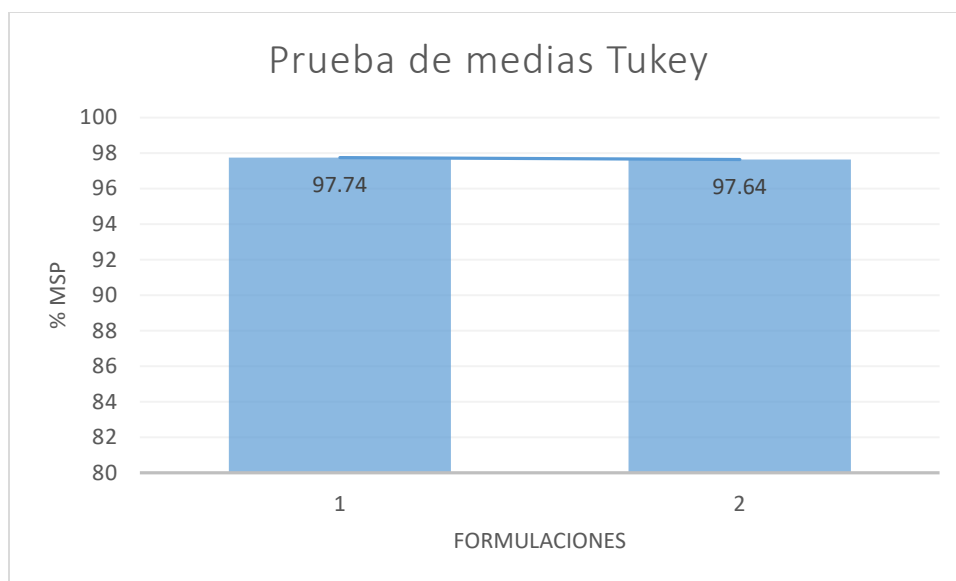


Figura 11. Contenido porcentual de materia seca parcial, comparación de resultados entre las formulaciones

El contenido de agua de los alimentos, además de dificultar su almacenamiento (desarrollo fúngico, bacteriano, etc), determina su valor nutritivo (Bravo, 2017). En el caso de las botanas para que tengan su textura crujiente es necesario llevar a cabo la mayor eliminación de agua a través del proceso de horneado o freído, esto se logra a través de una transferencia de calor por conducción y convección, según sea el caso (Penna, 2016).

Materia Seca Total

Los resultados no se mostraron diferencias significativas entre las dos formulaciones, dando $p > 0.05$, esto se debe a que ambas formulaciones fueron

realizadas con los mismos ingredientes, lo único distinto entre ambas formulaciones es el porcentaje de harina de huitlacoche que teniendo en cuenta que es una harina su contenido de agua es nulo o casi nulo, es por eso que no se encontraron diferencias significativas, además que el producto como tal es un producto presentado en base seca considerando que lleva un proceso de horneado.

En la Figura 12 se muestran mejor los resultados comparándose unos con otros:

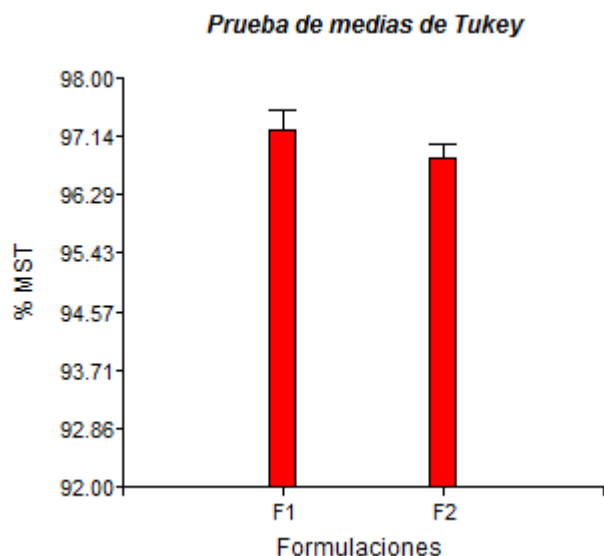


Figura 12. Contenido porcentual de materia seca total, comparación de resultados entre las formulaciones

Estos resultados van de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-147-SSA1-1996, donde se establece que aquellos alimentos elaborados a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas como productos de panificación, deben de tener como límite máximo 15% de humedad.

Humedad

Los resultados de porcentaje de humedad no mostraron diferencias significativas entre ambas formulaciones dando $p > 0.05$, esto se debe a que ambas formulaciones se les aplico el mismo proceso de elaboración además de destacar que contienen los mismos ingredientes y de igual forma las cantidades de los mismos, excepto el

porcentaje de harina de huitlacoche y harina de almendras y estas dos últimas al ser productos granulados su contenido de humedad es casi nulo.

En la Figura 13 se muestran los resultados a través de una tabla interpretando de una mejor manera la comparación entre ambas:

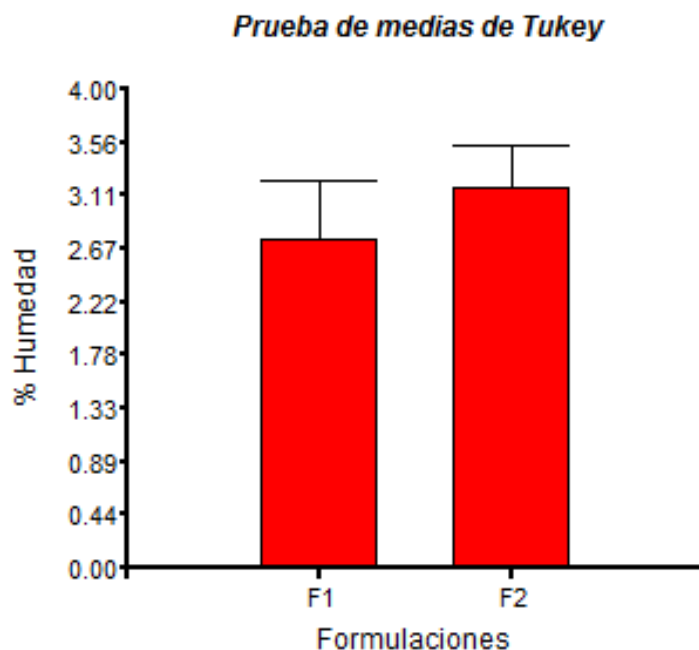


Figura 13. Contenido porcentual de humedad, comparación de resultados entre las formulaciones

Debemos de considerar que actualmente la crujiertes se define como la fuerza requerida para quebrar el totopo, y es un índice de calidad de las botanas (Rodríguez, A. 2016), es por ello por lo que el resultado de humedad en este totopo es favorable que no sean altos debido a su presentación.

Comparado este producto a diferencia de otros productos en los cuales se utiliza otro tipo de harinas, este producto no requiere del uso de agua para mezclar sus ingredientes y es por ello por lo que los resultados son mínimos de ambas formulaciones (Omobuwajo, 2003).

En un estudio realizado sobre la elaboración de botanas de amaranto, donde se utilizó harina de amaranto con maíz y amaranto con trigo, se hizo la comparación

entre las diferentes formulaciones como lo muestra el Cuadro 6 y de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-147-SSA1-1996 ninguna formulación sobrepaso el 15% de humedad.

Cuadro 6. Análisis de elaboración espagueti con mezcla de harina de amaranto con maíz y amaranto con trigo

Espagueti	Humedad (%)
20 % amaranto 80 % maíz	8,6
5 % amaranto 95 % trigo candeal	6,1
25 % amaranto 75 % trigo candeal	5,9
trigo candeal	6,4

Fuente: feriadelasciencias.unam.mx, 2005

Cenizas

Los resultados procesados mostraron diferencias entre ambas formulaciones son significativamente diferentes dando un $p < 0.05$, esto pudiera indicar que la variación del contenido de porcentaje de harina de almendras entre cada una de las formulaciones provoca un diferencia en el resultado de ceniza, es decir, que la cantidad de minerales en la primera son mayores que en la segunda formulación, teniendo la primera un 75% de harina de almendras contra la segunda que contiene un 50% de harina de almendras.

La Figura 14 muestra los resultados del contenido de porcentaje cenizas entre cada una de las formulaciones de una manera más visible:

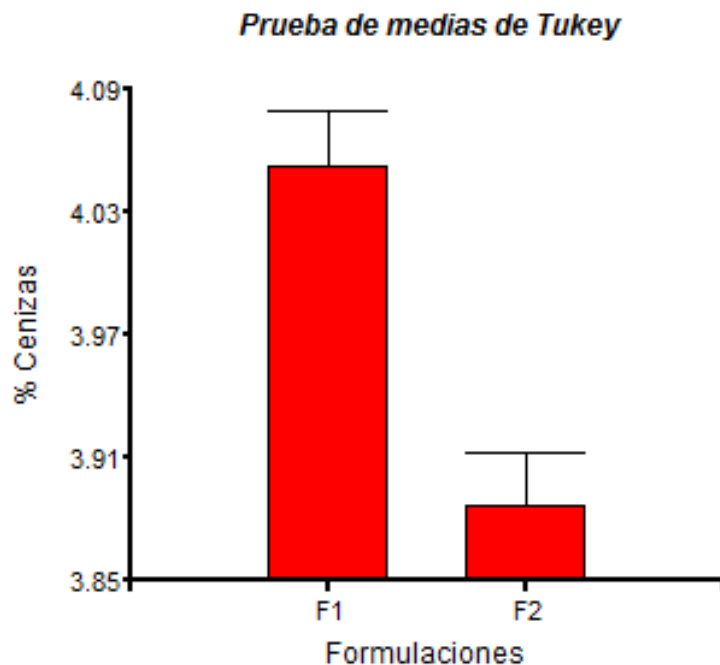


Figura 14. *Contenido porcentual de cenizas, Comparación de resultados entre las formulaciones*

Una vez tomando en cuenta los porcentajes de harina de almendra utilizados en cada una de las formulaciones, Formulación A 75% harina de almendras y 25% de harina de huitlacoche, Formulación B 50% harina de almendras y 50% de harina de huitlacoche, hay que considerar que la almendra es una semilla rica en calcio, magnesio, potasio y sodio (Martins, 2017), por lo tanto comparando el contenido de cenizas en el huitlacoche y el contenido de cenizas de almendra, es más alto en la almendra, es por ello que al incrementar el porcentaje de harina de almendras en el contenido del totopo, obtengamos como resultado mayor porcentaje de cenizas.

En el Cuadro 7 se muestra el contenido de cenizas en el huitlacoche y en el Cuadro 8 se muestra el contenido de cenizas en base seca de la almendra.

Cuadro 7. Valor nutricional del huitlacoche (*U. maydis*)
Componentes (g/100 g base seca)

<i>Proteínas</i>	Fibra y Carbohidratos	Grasas	Cenizas
12.1-21.0	62.6-74.5	3.6-11.1	4.3-6.1

Fuente: *Colpos.mx*, 2016

Los datos mostrados en el cuadro 8 son resultados de cenizas en almendras de árboles existentes en las tres subregiones del Alto, Medio y Bajo Sinú del departamento de Córdoba (Colombia).

Cuadro 8. Análisis composicional de almendras en tres regiones

Composicion	Bajo Sinu	Medio Sinu	Alto Sinu
Grasa	56.12a	60.31b	54.56c
Humedad	22.40a	27.46b	27.98b
Cenizas	5.23a	4.91b	5.04b

Fuente: *Arrázola et al.*, 2014

Extracto Etéreo

Se encontraron diferencias significativas a una $p < 0.05$ lo cual indica que el contenido de grasa en las dos varia con un mayor porcentaje para la formulación 1, cabe destacar que ambas formulaciones contienen los mismos ingredientes, la única diferencia entre cada una de las formulaciones es el porcentaje de harina de almendra para la formulación 1 es mayor.

La Figura 15 muestra los resultados obtenidos gráficamente dando de una manera más clara la diferencia entre ambas formulaciones:

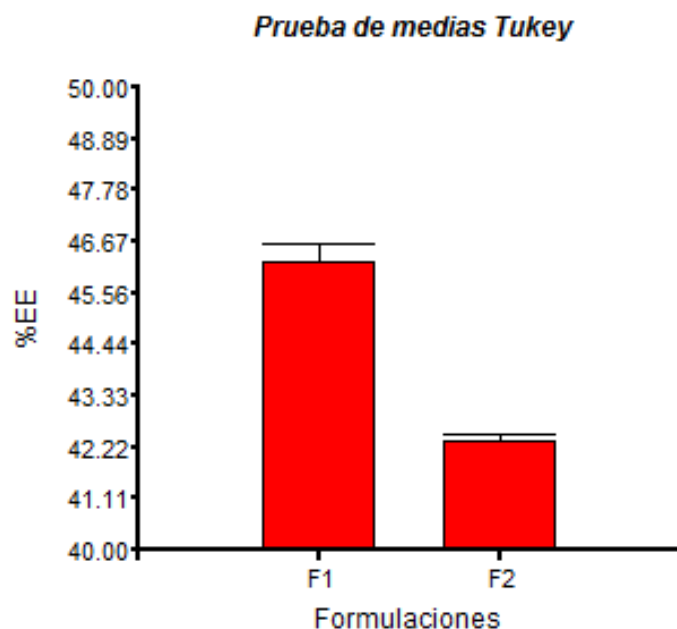


Figura 15. Contenido porcentual de extracto etéreo, comparación de resultados entre formulaciones

De acuerdo Morama, 2019, hay que considerar que la harina de almendra utilizada para la elaboración de este totopo funcional es un producto rico en grasas sobre todo en grasas monoinsaturadas las cuales se consideran una buena forma de colesterol y pueden ayudar a prevenir las complicaciones cardiovasculares debidas al colesterol alto, como la arterosclerosis, los ataques cardiacos y los accidentes cerebrovasculares.

Vale la pena resaltar el valor nutritivo de la harina de huitlacoche ya que contiene alto contenido de aminoácidos esenciales, principalmente lisina de la cual el maíz es deficiente, ácidos grasos esenciales como el oleico y linoleico que son deficientes en Omega 3 y Omega 6 (Mota & García, 2016).

Haciendo la comparación de resultados (Cuadro 9) con algunas marcas de botanas del mercado y el autor Irving Benjamín Gutiérrez Bustos, quien desarrollo una botana funcional llamada “3cH” hecha con insecto chapulín (*Melanoplus sp*) y semilla de chía (*Salvia hispánica L.*), se demuestra que el contenido de grasa disminuye considerablemente al utilizar ingredientes funcionales.

Cuadro 9. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en grasa

Nutrimento	Formulación 1	Formulación 2	Botana funcional 3cH	Churrumais	Santurriones de Totis	Churritos de quali de amaranto	Papas fritas Sabritas	Takis
Contenido energetico (Kcal)	570 cal	550 cal	290	270	500	504.5	547	315
Grasa (g/100g)	8.65	9.44	3.5	14	28	26.25	37.47	17.14
Carbohidratos (g/100g)	21.17	37.27	37	33	50	67.5	49.74	35.7
Proteína (g/100g)	17.7	20.16	17.8	3	-	8.5	6.56	4
Fibra (g/100g)	18.13	17.33	35.5	2	5	0.9	4.4	3.5

Fuente: Gutiérrez, 2013

Fibra Cruda

Los resultados obtenidos demostraron que existen diferencias significativas entre ambas formulaciones dando como resultado un $p > 0.05$, indicando que la formulación 2 tiene un contenido más alto en fibra. Al aumentar el porcentaje de harina de huitlacoche, menor es el contenido de harina de almendra y a menor porcentaje de harina huitlacoche, es mayor el contenido de harina de almendras. Es decir, para la formulación 1 que tuvo un 75% de harina de almendras, contiene un 25% de harina de huitlacoche y para la formulación 2 que tuvo un 50% de harina de huitlacoche, contiene un 50% de harina de almendras, esto nos indica que la harina de huitlacoche es el ingrediente causante de un resultado más alto en fibra, en este caso la formulación número dos que contiene un 50% de harina de huitlacoche fue la formulación de la cual más alto contenido de almendras se obtuvo.

En la Figura 16 se puede apreciar la diferencia entre ambas muestras:

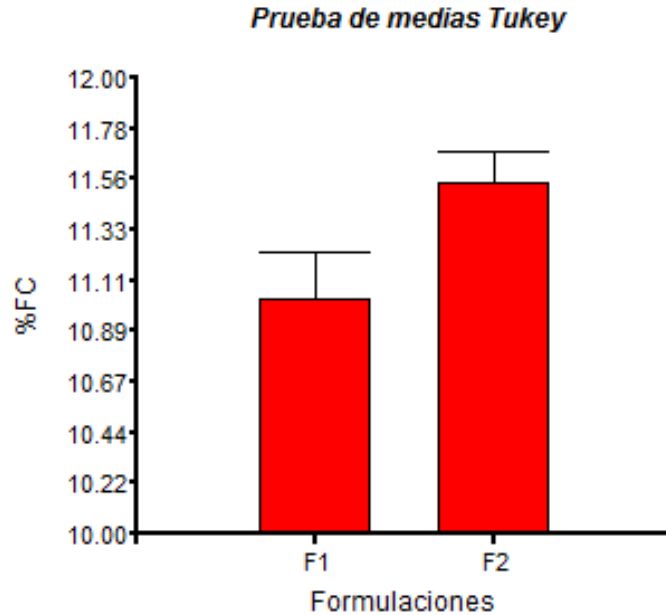


Figura 16. Contenido porcentual de fibra cruda, comparación de resultados entre las formulaciones

El huitlacoche además de contener nutrientes esenciales, esta delicia culinaria se caracteriza por tener alto contenido en fibra y es por ello que la segunda formulación la cual contiene más nivel de porcentaje de huitlacoche se revela superior a la segunda formulación (Juárez, 2011).

Haciendo la comparación de resultados (Cuadro 10) con algunas marcas de botanas del mercado y el autor Irving Benjamín Gutiérrez Bustos, quien desarrolló una botana funcional llamada “3cH” hecha con insecto chapulín (*Melanoplus sp*) y semilla de chía (*Salvia hispánica L.*), se demuestra que el contenido de fibra aumenta considerablemente al utilizar ingredientes funcionales de origen natural, de esta manera podemos asegurar que el consumo de este totopo ayuda a una mejor digestión.

Cuadro 10. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en fibra

Nutrimento	Formulación 1	Formulación 2	Botana funcional 3cH	Churrumais	Santurrone de Totis	Churritos de quali de amaranto	Papas fritas Sabritas	Takis
Contenido energetico (Kcal)	570 cal	550 cal	290	270	500	504.5	547	315
Grasa (g/100g)	8.65	9.44	3.5	14	28	26.25	37.47	17.14
Carbohidratos (g/100g)	21.17	37.27	37	33	50	67.5	49.74	35.7
Proteína (g/100g)	17.7	20.16	17.8	3	-	8.5	6.56	4
Fibra (g/100g)	18.13	17.33	35.5	2	5	0.9	4.4	3.5

Fuente: Gutiérrez, 2013

Proteína

Se encontraron diferencias significativas a una $p > 0.05$, es decir, dando un resultado mayor de proteína para la formulación 1 comparado con los resultados de la formulación 2, esto se debe a que el porcentaje utilizado de harina de almendras es mayor para la formulación 1 con un 75%, comparado con un 50% de harina de almendras para la formulación 2.

La Figura 17 muestra la comparación grafica entre las formulaciones:

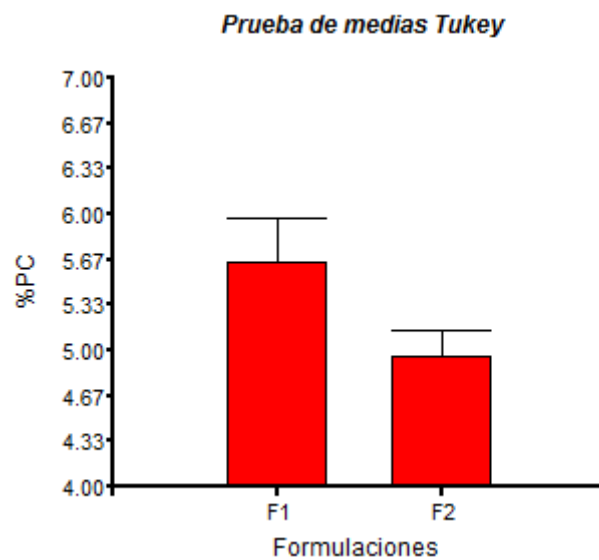


Figura 17. Contenido porcentual de proteína cruda, comparación de resultados entre las formulaciones

Las diferencias significativas entre las formulaciones del contenido de proteína no se le atribuyen a la adición de harina de huitlacoche, si no mas bien a la harina de almendras, ya que a pesar que el huitlacoche es un alimento rico en aminoácidos esenciales y proteínas y que puede contener de un 12.1 a 21g/100 g de proteína (Colpos.mx,2016) y la harina de almendras solo 11g/100g proteína (Morama, 2019), debemos de tomar en cuenta que para lograr que el aporte proteico incremente por la adición de la harina de huitlacoche hay que considerar que depende directamente de la variedad del maíz donde se inoculo dicho hongo ya que durante la infección de la planta por *U. maydis* algunas proteínas son secretadas y algunas son trastocadas dentro de las células de la planta. Las proteínas presentes en el grano de maíz pueden estar siendo hidrolizadas durante la invasión de *U. maydis* (Pimentel et al., 2011).

En este caso la obtención de la harina de huitlacoche se obtuvo a partir del secado del hongo proveniente de un estudio realizado donde los materiales genéticos de maíz utilizados en el experimento como tratamientos, fueron el caso del híbrido CERES (Gold XR60), H-318 y NOBLE provenientes de una agroquímica en el estado de Michoacán; mientras que los materiales EUROS de la empresa UNISEM y AN388 de originado en la UAAAN (Maldonado, 2019).

Los híbridos con mayor susceptibilidad a la cepa patogénica de *U. maydis* para la producción de huitlacoche mediante inoculación artificial bajo las condiciones de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México fueron NOBLE y EUROS, ya que presentaron los valores más altos en cuanto a las variables de productividad para este hongo como incidencia, severidad, número de mazorcas infectadas cosechadas, peso total de la mazorca, peso del huitlacoche, largo de mazorca y ancho de mazorca (Maldonado, 2019). En este estudio no se estudió el valor nutrimental del huitlacoche.

Según Pimentel, *et al.* (2011) en su investigación “Influencia de la variedad de maíz en las características fisicoquímicas del huitlacoche (*Ustilago maydis*)” nos hace énfasis que es importante considerar la variedad de maíz con la que se trabaja para obtener mayor contenido proteico en el huitlacoche, en el Cuadro 11 se puede apreciar la comparación entre algunas variedades de maíz, destacando la variedad Bengala con mayor contenido de porcentaje de proteína.

Cuadro 11. Efecto de contenido de proteínas, triptófano y lisina en hongo de huitlacoche (*U. maydis*) inoculado en diferentes variedades de maíz Tigre, Bengala y QPM.

Variedad de maíz	Proteína (%)	Lisina (%P)	Triptófano (%P)	Índice de calidad (%)
Tigre	11.76 ^{ab}	0.49 ^a	0.054 ^a	0.459 ^a
Bengala	13.46 ^b	0.53 ^a	0.059 ^a	0.438 ^a
QPM	11.18 ^a	0.65 ^b	0.074 ^b	0.66 ^b
ES	0.68	0.03	0.005	0.06

ES= Error estándar

QPM = (por sus siglas en inglés, Quality Protein Maize)

^{a,b} Valores con diferentes letras dentro de la columna tienen diferencias significativas ($P < 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

Fuente: Pimentel, 2011

Sin embargo haciendo la comparación de resultados (Cuadro 12) con algunas marcas de botanas del mercado y el autor Irving Benjamín Gutiérrez Bustos, quien desarrollo una botana funcional llamada “3cH” hecha con insecto chapulín (*Melanoplus sp*) y semilla de chía (*Salvia hispánica L.*), se demuestra que el contenido de proteína aumenta considerablemente al utilizar ingredientes funcionales, pero no ignorando que este contenido proteico puede mejorar si la materia prima principal para la elaboración de este totopo funcional que es la harina de huitlacoche se extraiga de una variedad de maíz como el Bengala que aumente el contenido proteico.

Cuadro 12. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en proteína

Nutrimento	Formulación 1	Formulación 2	Botana funcional 3cH	Churrumais	Santurriones de Totis	Churritos de quali de amaranto	Papas fritas Sabritas	Takis
Contenido energetico (Kcal)	570 cal	550 cal	290	270	500	504.5	547	315
Grasa (g/100g)	8.65	9.44	3.5	14	28	26.25	37.47	17.14
Carbohidratos	21.17	37.27	37	33	50	67.5	49.74	35.7
Proteína (g/100g)	17.7	20.16	17.8	3	-	8.5	6.56	4
Fibra (g/100g)	18.13	17.33	35.5	2	5	0.9	4.4	3.5

Fuente: Gutiérrez, 2013

Extracto Libre de Nitrógeno

Los resultados obtenidos indican diferencias altamente significativas con un $p > 0.05$, con un valor mayor para la formulación 2, es decir, la formulación con más contenido de harina de huitlacoche, y menor contenido de harina de almendras, esto indica que la harina de huitlacoche está aportando más contenido de carbohidratos al ser este el único ingrediente que varía en porcentaje junto con la harina de almendras.

La Figura 18 muestra la comparación de ambas formulaciones gráficamente:

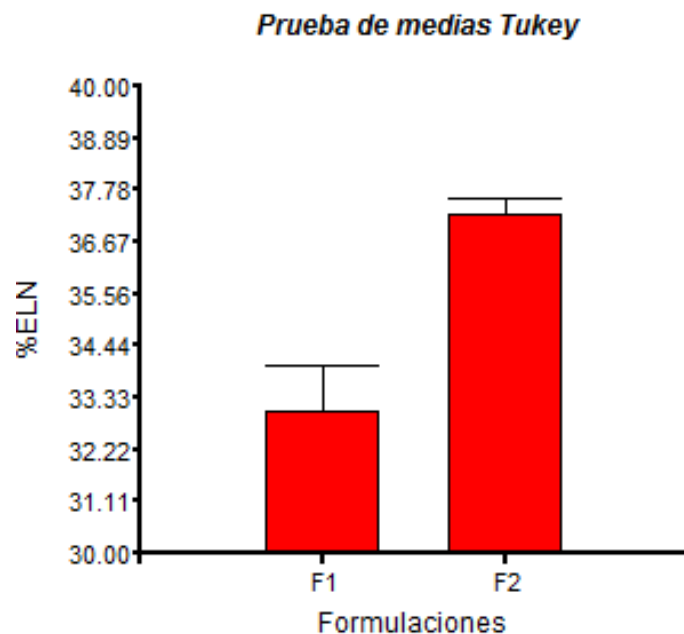


Figura 18. Contenido porcentual de Extracto Libre de Nitrógeno, comparación de resultados entre las formulaciones

Considerando que el ELN no contiene ninguna celulosa, pero puede contener hemicelulosa y algo de lignina, además puede contener todos los productos solubles en agua que son insolubles en éter como por ejemplo vitaminas hidrosolubles. La mayor parte del ELN se compone de almidón y azúcares (User, 2015), es por ello por lo que la formulación 2 que contiene mayor porcentaje de huitlacoche resulta más alto en contenido de ELN ya que el huitlacoche es rico en azúcares.

Comparando los resultados (Cuadro 13) con algunas marcas de botanas del mercado y el autor Irving Benjamín Gutiérrez Bustos, quien desarrollo una botana funcional llamada “3cH” hecha con insecto chapulín (*Melanoplus sp*) y semilla de chía (*Salvia hispánica L.*), se demuestra que el contenido de carbohidratos disminuye al utilizar ingredientes funcionales de origen natural, pero depende directamente de los porcentajes de harina utilizados, ya que para la formulación 2 que tiene mayor contenido de harina de huitlacoche se encuentra dentro del promedio con las otras marcas del mercado.

Cuadro 13. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en carbohidratos

Nutrimento	Formulación 1	Formulación 2	Botana funcional 3cH	Churrumais	Santurriones de Totis	Churritos de quali de amaranto	Papas fritas Sabritas	Takis
Contenido energetico (Kcal)	570 cal	550 cal	290	270	500	504.5	547	315
Grasa (g/100g)	8.65	9.44	3.5	14	28	26.25	37.47	17.14
Carbohidratos (g/100g)	21.17	37.27	37	33	50	67.5	49.74	35.7
Proteina (g/100g)	17.7	20.16	17.8	3	-	8.5	6.56	4
Fibra (g/100g)	18.13	17.33	35.5	2	5	0.9	4.4	3.5

Fuente: Gutiérrez, 2013

Calorías

Se presentaron diferencias altamente significativas dando un $p < 0.05$, con ello un mayor contenido de calorías para la formulación 1, con un 75% de harina de almendras y 25% de huitlacoche y menor para la formulación 2 con un 50% y 50% de harina de almendras y de huitlacoche, aunque los ingredientes sean los mismos para ambas formulaciones la cantidad de harina de huitlacoche y harina de almendras son los dos principales ingredientes que logran que haya variación entre ellas.

La Figura 19 muestra gráficamente la comparación de resultados entre ambas formulaciones:

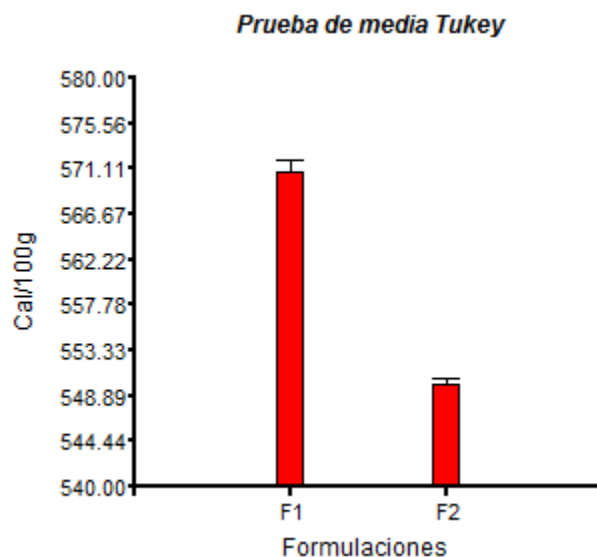


Figura 19. Calorías, comparación de resultados entre las formulaciones

De acuerdo con la literatura consultada para la harina de almendras hay que considerar que este tipo de harina contiene un total de 564 kcal en 100 g, es por ello por lo que para la formulación 1 que contiene 75% de esta misma, hace que existan diferencias altamente significativas entre la formulación 1, comparada con la formulación que esta última solamente contiene un 50% de harina de almendras.

Comparando los resultados (Cuadro 14) con algunas marcas de botanas del mercado y el autor Irving Benjamín Gutiérrez Bustos, quien desarrollo una botana

funcional llamada “3cH” hecha con insecto chapulín (*Melanoplus sp*) y semilla de chía (*Salvia hispánica L.*), se demuestra que el contenido calórico del totopo funcional es relativamente bajo comparado con otras marcas del mercado, esto está relacionado directamente con los resultados del contenido de grasa, proteínas y carbohidratos los cuales fueron menores a comparación de las otras marcas del mercado.

Cuadro 14. Comparación de valores nutrimentales entre F1, F2, la botana funcional 3cH y productos existentes en el mercado haciendo énfasis en contenido energético

Nutrimento	Formulación 1	Formulación 2	Botana funcional	Churrumais	Santurrone de Totis	Churritos de quali de	Papas fritas Sabritas	Takis
Contenido energetico (Kcal)	570 cal	550 cal	290	270	500	504.5	547	315
Grasa (g/100g)	8.03	9.44	3.3	14	28	20.23	37.47	17.14
Carbohidratos (g/100g)	21.17	37.27	37	33	50	67.5	49.74	35.7
Proteína (g/100g)	17.7	20.16	17.8	3	-	8.5	6.56	4
Fibra (g/100g)	18.13	17.33	35.5	2	5	0.9	4.4	3.5

Fuente: Gutiérrez, 2013

4.3 Análisis Sensorial

Se realizó un ANOVA en el programa InfoStat para cada uno de los atributos evaluados por los 30 jueces participantes entre ellos entrenados y semientrenados. Los atributos que se evaluaron fueron: color, sabor, textura, olor y preferencia global.

Color

De acuerdo con el atributo color se obtuvo un $p < 0.05$ es decir, que no existen diferencias altamente significativas entre ambas formulaciones.

En la figura 20 podemos observar los resultados de preferencia del color de ambas formulaciones:

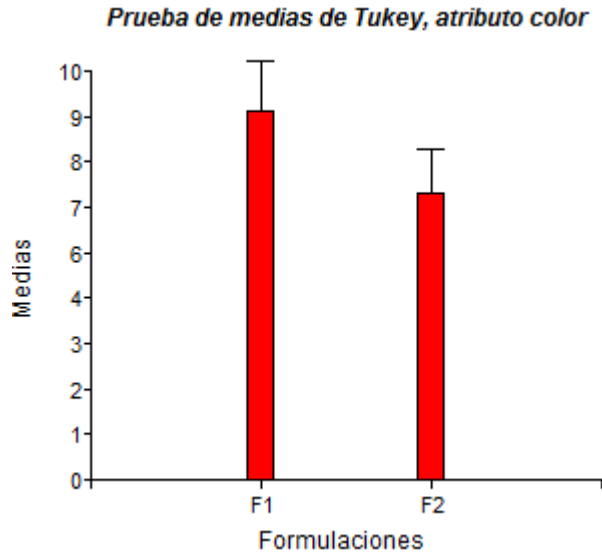


Figura 20. Atributo Color

No existen diferencias altamente significativas ya que cabe destacar que el huitlacoche contiene teliosporas que son de color negro, lo que influye en la coloración final del hongo por lo tanto del producto (Martínez *et al.*, 2008). Es por ello por lo que ambos productos se presentan a simple vista del mismo color, color que fue atractivo por los panelistas ya que la mayoría de ellos argumentó que lo consideraban un totopo gourmet.

Sabor

De acuerdo con el atributo sabor dio como resultado un $p < 0.05$ es decir, hubo diferencias altamente significativas entre las formulaciones.

En la figura 21 podemos observar los resultados de preferencia de sabor de ambas formulaciones:

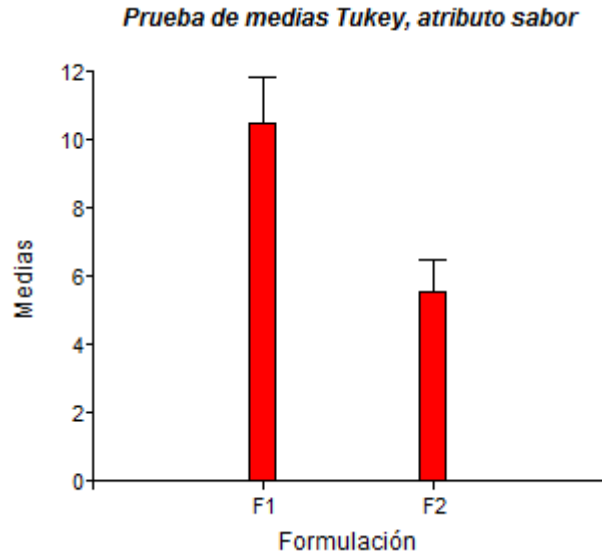


Figura 21. Atributo Sabor

Como podemos observar en la figura 21 fue de preferencia la formulación 1, con base en los comentarios de los panelistas esto mayormente se le atribuyo al sabor a huitlacoche, cabe destacar que la formulación 1 contenía menor cantidad de harina de huitlacoche a comparación de la formulación 2, además, resaltar que el huitlacoche es rico en carbohidratos, es decir que contiene azúcares que combinados con las especias y la sal llegan a hacer una combinación agrídulce en la mezcla que fue como nos lo hizo saber la panelista María Fernanda Parra Alonso, es por ello que al incrementar el contenido de harina de huitlacoche el sabor es menos agradable al paladar.

Textura

En el atributo textura no hubo diferencias significativas de acuerdo con los resultados de la prueba aplicada.

En la figura 22 podemos observar los resultados de la preferencia de textura de ambas formulaciones:

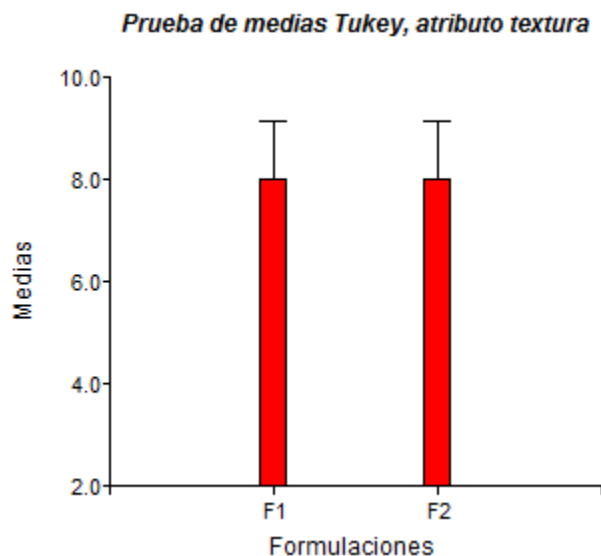


Figura 22. Atributo Textura

Estos resultados se atribuyen al proceso de horneado en el cual se logró encontrar el punto de crujientes una característica necesaria para que ambas formulaciones fueran agradables a los jueces participantes, ya que debemos de considerar que actualmente crujientez se define como la fuerza requerida para quebrar el totopo, y es un índice de calidad de las botanas (Rodríguez, A. 2016), esta se logra básicamente con una transferencia de calor en la cual se elimina la mayor cantidad de agua posible.

Olor

El atributo olor mostro diferencias altamente significativas a una $p < 0.05$ entre las formulaciones.

En la figura 23 podemos observar los resultados de preferencia del olor de ambas formulaciones:

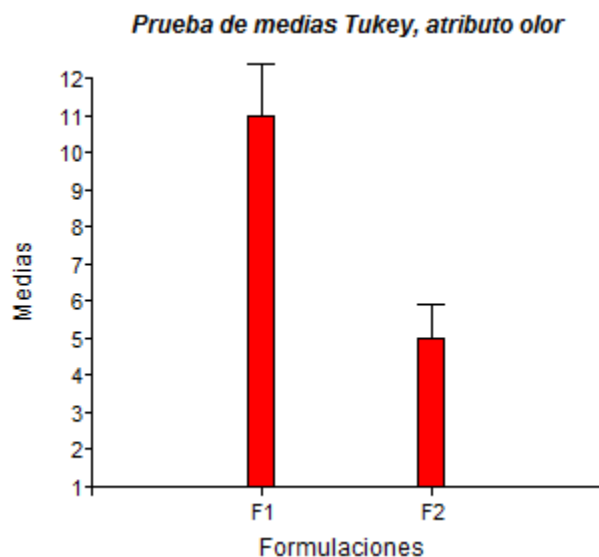


Figura 23. Atributo Olor

La preferencia hacia la Formulación 1 por parte de los jueces (75% harina de almendras), debido al olor que emana a almendra combinado con los azúcares contenidos en la harina de huitlacoche según los comentarios de los jueces, esta combinación de olor es muy agradable.

Preferencia Global

En éste atributo se presentaron diferencias altamente significativas a una $p < 0.05$ entre las formulaciones.

En la figura 24 podemos observar los resultados de preferencia global de ambas formulaciones:

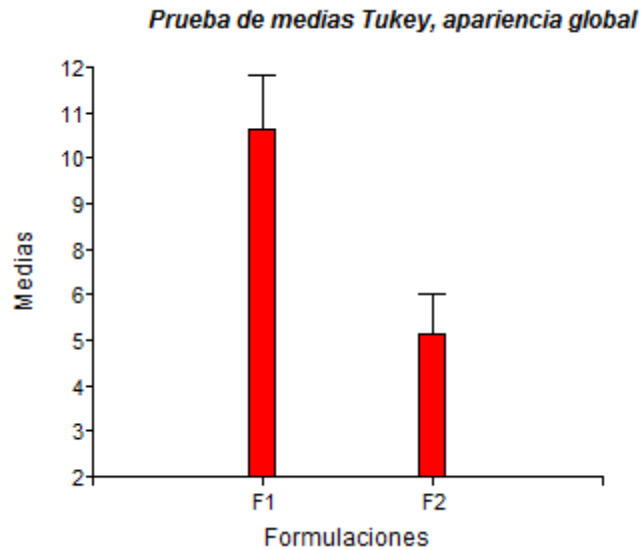


Figura 24. *Atributo preferencia global*

Como podemos observar en la figura 24 fue de preferencia la formulación 1 (75% harina de almendras) para la mayoría de los jueces quedando 20 a 10, los panelistas argumentaron que tomando en cuenta todos los atributos de cada una de las muestras encontraban mejor el color, el sabor, y la textura haciendo crunch con el grosor adecuado, además de un mejor sabor a la Formulación 1, comparado con el sabor amargo de la Formulación 2 (50% harina de huitlacoche).

Al incrementar el contenido de harina de huitlacoche se obtiene menor preferencia por parte de los consumidores como lo fue en la formulación 2 que tenía mayor porcentaje de harina de huitlacoche y menor porcentaje de harina de almendras, esta formulación no agrado a los jueces ya que la mayoría argumentaba que esta combinación era desagradable principalmente por el sabor amargo que proporcionaba.

V. CONCLUSIONES

A través del desarrollo de dos formulaciones de totopo a base de harina de huitlacoche, la primera con un 25% y la segunda con un 50%, se lograron evaluar los parámetros de calidad de estos obteniendo de esta manera los resultados del análisis proximal (cenizas, humedad, materia seca, grasa, proteína, fibra y color).

El Panel de Evaluación Sensorial de ICTA permitió evaluar de una manera sensorial con una prueba de preferencia de los atributos como color, sabor, textura, olor y preferencia global, con la participación de 30 jueces entrenados y semientrenados se concluyó que se encuentra más agradable el totopo F1 es decir, el cual contenía un 75% de harina de almendras y 25% de harina de huitlacoche, esto debido a que entre más se incrementa el contenido de harina de huitlacoche, menor agrado tiene por los consumidores ya que el huitlacoche contiene alto contenido de azúcares que al someter a horneado al producto este propició sabores amargos, los cuales los jueces consideraron desagradables argumentando que en un totopo no es lo ideal.

A pesar de que no se obtuvo una cantidad más elevada de proteína como se esperaba y esto debido al tipo de variedad de maíz donde se inocula el huitlacoche, el totopo funcional resulto rico en contenido proteico comparado con otras marcas del mercado y otra botana funcional además cabe destacar que el totopo a base de harina de huitlacoche es un alimento funcional principalmente por sus aminoácidos esenciales y a sus principales ingredientes como lo son la semilla de chía y la harina de almendras ya que esto permite que sea un producto principalmente para las personas celiacas además de ser un alimento tipo gourmet.

Recomendaciones

- Realizar análisis más específicos que comprueben la existencia de componentes funcionales en el totopo a base de harina de huitlacoche.
- Realizar análisis comparativos añadiendo harina de huitlacoche del hongo inoculado procedente de diferentes variedades de maíz.

- Realizar más pruebas de temperaturas y tiempos ya que probablemente estos sean los factores que causan el sabor amargo y con ello mejorar el crunch del producto.
- Realizar pruebas de grosor del totopo.
- Realizar un análisis de vida de anaquel.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, S., Sowriappan J., Manzor, A., Swaminathan S. & Mohammat M.. (2017). *Efecto del orujo de manzana en las características de calidad de una galleta a base de arroz integral*. junio 24, 2019, de Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos Sitio web: <https://docs.google.com/document/d/1K9Bz5xk3Pcl6fJXQ3s80W5LKOBvGmaKYAV5b1xTcoqM/edit>
- Ahmed Z.S. & Abozed S.S. (2015). Functional and antioxidant properties of a novel snack crackers incorporated with *Hibiscus sabdariffa* by-product. Cairo University. Journal of Advanced Research 6, pp 79-87.
- Alvídrez, A., González, B., Jiménez, Z. . (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales . Revista de salud publica y nutrición , Volumen 3, pp. 1-6.
- Aroca, P. (2013). *El comino y sus propiedades*. abril 19, 2019, de Mejor con salud Sitio web: <https://mejorconsalud.com/el-comino-y-sus-propiedades-terapeuticas/>
- Arrázola, G., Pérez, M., Alvis, A. (2014). Composition, Thermophysical Analysis and Sensory Analysis of Colombian Fruits. Part 1: Almond (*Terminalia Catappa* L.) . Industria Alimentaria , volumen 25.
- Beas, R., Guevara, F., Vasco, N. L., Loarca, G., Rodríguez, M. G., and Guzmán, S. H. (2011). *Potencial nutracéutico de componentes bioactivos presentes en huitlacoche de la zona centro de México*. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 42(2), 36-44.
- Blánicas, V. (2007). *Mantequilla*. marzo 29, 2019, de Departamento de lácteos Sitio web: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TEMA2.MANTEQUILLA_2831.pdf
- Bravo, N. (2017). Bromatología. enero 28, 2020, de Universidad Nacional "Pedro Ruíz Gallo" Sitio web: <https://es.scribd.com/document/366608525/Materia-Seca-Parcial-y-Total>

- Cadaval, A., Artiach, B., Garín, U., Pérez, C., Aranceta, J.. (2005). *Alimentos funcionales para una alimentación más saludable*. febrero 17, 2019, de Sociedad Española de Nutrición Comunitaria Sitio web: <http://www.piaschile.cl/wp-content/uploads/2015/04/Alimentos-funcionales-para-una-alimentaci%C3%B3n-mas-saludable.pdf>
- Carretero, M. (2010). *Clavo de especia*. abril 19, 2019, de Portal Farma Sitio web: <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2010/3/3/42195.pdf>
- Coelho, M., Salas-Mellado, M. (marzo 2015). *Effects of substituting chia (Salvia hispanica L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread*. LWT - Food Science and Technology, Volumen 60, pp. 729-736.
- Colpos. (2016). *La cosecha del huitlacoche poblano*. febrero 18, 2019, de SAGARPA Sitio web: https://www.colpos.mx/wb_pdf/Notas/La_cosecha_del_huitlacoche.pdf
- Diet-health.info. (2014). *Ajo en polvo*. abril 19, 2019, de Fundación salud y alimentación Sitio web: <https://www.diet-health.info/es/recetas/ingredientes/in/px284-ajo-en-polvo>
- Gutiérrez, B. (sd). *Botana funcional 3cH*. enero 27, 2020, de Ciencias económico-administrativas Sitio web: <http://www.acmor.org.mx/sites/default/files/601.%20Botana%20Funcional%203cH.pdf>
- Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. marzo, 05, 2019, de Universidad Nacional Abierta y Adistancia Sitio web: <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>
- INSTANTIA. (2015). *Cebolla en polvo y sus beneficios*. abril 19, 2019, de INSTANTIA Sitio web: <https://www.instantia.com/cebolla-en-polvo-y-sus-beneficios/>
- Juárez-Montiel, M., Ruiloba de León, S., Chávez-Camarillo, G., Hernández-Rodríguez, C. y Villa-Tanaca, L., (2011) *Revista Iberoamericana de Micología, Huitlacoche causado por el hongo Ustilago maydis como un alimento funcional*, 69-72.

- Licata, M. (2010). El huevo: Las cualidades nutritivas de un excelente alimento protéico. abril 17, 2019, de Zonadiet Sitio web: <https://www.zonadiet.com/comida/huevo-propiedades.htm>
- López, M. (2018). *Harina de almendras: beneficios para la salud*. junio 25, 2019, de COCINALAND Sitio web: <https://www.cocinaland.com/harina-de-almendras/>
- Maldonado, J., (2019). Evaluación de la patogenicidad de (*Ustilago maydis*) (D. C) *Corda*) en cinco híbridos de maíz mediante inoculación artificial en parcelas ubicadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila. enero 27, 2020. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Martínez, A., Corrales, J., Espinoza, T., García, P., Villanueva, C. (2008). *Cambios de postcosecha del hongo comestible huitlacoche (Ustilago maidys)*. octubre 22, 2019, de Universidad Autónoma de Chapingo Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000300016
- Martins, ZE., Pinho, O. (septiembre 22, 2017). Industria alimentaria subproductos utilizados como ingredientes funcionales de los productos de panadería. *Trends and food science and technology*, 67, 106-128
- Montiel, M., Ruiloba de León, S., Chávez, G., Hernández, C., Villa, L. (2010). *huitlacoche (tizón del maíz), causada por el hongo Fito patógeno Ustilago maydis, como un alimento funcional*. *Revista Iberoamericana de Micología*, Volumen 28, pp.3-4.
- Morales E., Campos R., Gayt M., Enriquez LG & Loarca, G. (2017). *Propiedades funcionales y texturales de una avena descascarillada (Avenasativa L) y el guisante(Pisumsativum)aislado de proteína de galleta*. marzo 20, 2019, de Elsevier
- Moreno, R., Duran, T., Gonzalez, N., Jimenez, R.. (2019). Calidad Sensorial de Totopos de Pozol Adicionados con Chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) y Hierba Mora (*Solanum nigrum*). *European Scientific Journal* , volumen 15, pp. 15-27. Recuperado: Abril 20, 2019, de Muy interesante Sitio web: <https://www.muyinteresante.es/salud/fotos/la-sal-historia-curiosidades-y-salud/obtener-sal>

Sitio web: <https://docs.google.com/document/d/1X34uiYVA-OJ8NmeQ7nG5V-JVMVWknl8QMZQ7NuZyBZ8/edit>

Morama. (2019). Harina de Almendra. junio 24, 2019, de Simple, real, natural, MORAMA Sitio web: <https://morama.mx/products/harina-de-almendra>

Mota, C., García, R. (2016). El Huitlacoche: una delicadeza y alimento nutritivo de la milpa. Septiembre 28, 2019, de Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Sitio web: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/huitlacoche.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996, Bienes y servicios. Huevo, sus productos y derivados. Disposiciones y especificaciones sanitarias

Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002. Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. especificaciones sanitarias.

Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.

Omobuwajo, TO. (2003). Características compositivas y calidad sensorial de galletas, galletas de gambas y chips fritos producidos a partir de fruta de grano. Revista Ciencia innovadora de alimentos y tecnologías emergentes, Volumen 4, pp.2019-225

Pimentel, D., Rodríguez, M., Campos, R., Trapala, A., Hernández, A.. (2011). Influence of corn variety on physicochemical characteristics of huitlacoche (*Ustilago maydis*). Revista mexicana de Ingeniería Química, volumen 10.

- Penna, S. (2016). FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN “SNACK” FRITO CON INCORPORACIÓN DE UN INGREDIENTE FUNCIONAL. enero 27, 2020, de Universidad de Chile Sitio web: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148228/Penna-%20Formulaci%c3%b3n%20y%20elaboraci%c3%b3n%20%282016%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, A., Pérez, L., Posadas, F., Chávez, N., Martínez, F., Sandoval, M. & Guevara, F., (2016). evaluación de un totopo horneado de maíz azul con huitlacoche (*Ustilago maydis*). febrero 18, 2019, de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Sitio web: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/8/137.pdf>
- Shabir, A., Sowriappan, J., Manzoor, A., Swaminathan, S., & Mohammad, M.. (2015, enero 19). Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based ckacker . Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 1, pp. 25-32.
- User. (2015). Laboratorio de Química. Octubre 19, 2019, de Universidad de Costa Rica Sitio web: <http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-10-28-20-54-43/laboratorio-de-quimica>
- Valdés, E. (2009). La actualidad del segmento de las botanas en México. noviembre 15, 2018, de Industria Alimenticia Sitio web: <https://www.industriaalimenticia.com/articles/83522-la-actualidad-del-segmento-de-las-botanas-en-mexico>

7. Anexos

Datos obtenidos del análisis bromatológico

MSP (%)	
F1=	97.74
F2=	97.64

Figura 23. %Materia seca parcial

MST (%)	
F1	97.4
F1	96.69
F1	97.66
F2	97.15
F2	96.44
F2	96.87

Figura 24. %Materia seca total

H (%)	
F1	2.59
F1	3.3
F1	2.33
F2	2.84
F2	3.55
F2	3.12

Figura 25. %Humedad

C (%)	
F1	4.07
F1	4.06
F1	4.02
F2	3.86
F2	3.91
F2	3.89

Figura 26. %Cenizas

EE (%)	
F1	46.56
F1	46.34
F1	45.75
F2	42.21
F2	42.48
F2	42.35

Figura 27. %Extracto Etéreo

FC (%)	
F1	11.24
F1	11.03
F1	10.82
F2	11.55
F2	11.67
F2	11.39

Figura 28. %Fibra Cruda

P (%)	
F1	5.96
F1	5.68
F1	5.3
F2	5.14
F2	4.98
F2	4.76

Figura 29. %Proteína

ELN (%)	
F1	32.17
F1	32.89
F1	34.11
F2	37.24
F2	36.96
F2	37.61

Figura 30. %Extracto libre de Nitrógeno

CALORÍAS	
F1	571.56
F1	571.34
F1	569.39
F2	549.41
F2	550.08
F2	550.63

Figura 31. %Extracto libre de Nitrógeno

Datos reales del análisis de colorimetría

Análisis de Colorimetría				
Muestras	L	a	b	
F1	31.49	1.96	4.82	
F1	36.37	1.34	3.65	
F1	30.5	1.37	3.85	
F2	28.98	0.95	2.89	
F2	28.76	0.83	2.2	
F2	30.66	2.01	4.86	

Figura 32. Resultados de Análisis de Colorimetría

Pruebas y Elaboración de Formulaciones

