



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA

TESIS

**“EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE
PRODUCTOS QUE INCORPORAN EL USO DE JARABE DE AGUAMIEL”**

Para obtener el título de
Licenciado en Gastronomía

PRESENTA

Jorge Monzalvo Vargas

Directores

Dr. Juan Ramírez Godínez
Dra. Jozelin María Soto Alarcón

Comité tutorial

Dra. Elizabeth Contreras López
L.N. David Samperio Arreola

San Agustín Tlaxiaca, Hgo., México., marzo 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Económico Administrativas

School of Commerce and Business Administration

OF.ICEA/AAT/LG/085/2026

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR,
PRESENTE.

Con fundamento en los Artículos 1° y 3° de la Ley Orgánica y el Título Quinto, Capítulo II, Artículo 114, Fracción X y XI del Estatuto General, así como en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículos 40 y 41 del Reglamento de Titulación, ordenamientos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el jurado del examen recepcional ha revisado, analizado y evaluado el trabajo titulado **“Evaluación Nutricional y Aceptabilidad Sensorial de Productos que incorporan el uso de Jarabe de Agumiel”**, presentado por el C. **JORGE MONZALVO VARGAS**, con número de cuenta **332635**, de la LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA, otorgando el voto aprobatorio para extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que el/la sustentante deberá cubrir los requisitos de acuerdo al Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el que sustentará y defenderá el documento de referencia.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”

San Agustín Tlaxiaca, Hgo., a 27 de febrero de 2026

EL JURADO

DRA. ELIZABETH CONTRERAS LÓPEZ
PRESIDENTE

DRA. JOZELÍN MARÍA SOTO ALARCÓN
SECRETARIA

Juan Ramirez Godínez
DR. JUAN RAMÍREZ GODÍNEZ
PRIMER VOCAL

L.N. David Samperio Arreola
L.N. DAVID SAMPERIO ARREOLA
SUPLENTE

Vo. Bo.
[Signature]
DRA. ARIEN CERÓN ISLAS
DIRECTORA

c.c.p. Coordinador de Titulación del ICEA.
Líder del Cuerpo Académico
Coordinación del programa educativo
Alumno/Egresado
“Amor, Orden y Progreso”

Circuito la Concepción Km. 2.5, Col. San Juan
Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México;
C.P. 42160
Teléfono: 7717172000 Exl. 40501
direccion_icea@uaeh.edu.mx



uaeh.edu.mx

Agradecimientos

A mis directores de tesis Dr. Juan Ramírez Godínez y Dra. Jozelin María Soto Alarcón, por haberme brindado la oportunidad de realizar este proyecto de licenciatura. Estoy agradecido por el tiempo que dedicaron.

A los miembros de mi comité tutorial por haber aceptado participar como colaboradores en este proyecto, valoro el tiempo dedicado, así como las aportaciones para el desarrollo de este proyecto: Dra. Elizabeth Contreras López y L.N. David Samperio Arreola.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (ICEA) por permitirme formar parte de esta institución como alumno. Asimismo, a los docentes que contribuyeron en mi formación profesional compartiendo sus conocimientos científicos.

Finalmente deseo expresar mi profundo agradecimiento a mi familia por su apoyo incondicional durante el desarrollo de esta etapa.

I. Contenido

Índice de Tablas	7
1. Introducción	9
2. Marco teórico	10
2.1 Maguey.....	10
2.2 Aguamiel	11
2.2.1 Clasificación taxonómica y morfología	12
2.2.2 Proceso tradicional de extracción del aguamiel.....	12
2.3 Jarabe de aguamiel	13
2.3.1 Proceso de obtención	14
2.3.2 Factores que influyen en sus características	15
2.3.3 Composición química.....	15
2.3.4 Composición fitoquímica	16
2.3.5 Beneficios del consumo	18
2.3.6 Funcionalidad y beneficios.....	19
2.3.7 Aplicaciones en la elaboración de alimentos (gastronomía)	19
2.3.8 Producción de Jarabe de aguamiel en Hidalgo.....	20
2.4 Análisis Sensorial	21
2.4.1 Usos y aplicaciones de la evaluación Sensorial.....	22
2.4.2 Pruebas analíticas	23
3. Justificación	25
4. Objetivos	26
4.1 Objetivo General	26
4.2 Objetivos específicos	26
5. Metodología	27
5.1 Criterios para la selección de preparaciones	27
5.2 Desarrollo y ajuste de formulaciones	27
5.3 Desarrollo de recetas.....	28
5.3.1 Queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos	28
5.3.2 Granola formulada con jarabe de aguamiel	29
5.3.3 Mantequilla para untar formulada con jarabe de aguamiel.....	30
5.3.4 Conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel.....	31

5.3.5	Elaboración de pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel ...	32
5.3.6	Elaboración de syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel	33
5.3.7	Elaboración de galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel	34
5.3.8	Elaboración de té helado endulzado con jarabe de aguamiel.....	35
5.3.9.	Elaboración de yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla.....	36
5.3.10	Elaboración de flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel.....	37
5.3.11	Elaboración de salmón en costra de jarabe de aguamiel	37
5.4	Determinación de la información nutrimental.....	38
5.5	Evaluación Sensorial afectiva de los productos elaborados	39
6.	Resultados y discusión.....	41
6.1	Determinación de la información nutrimental de los productos elaborados.....	41
6.1.1	Queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos	41
6.1.2	Granola formulada con jarabe de aguamiel	42
6.1.3	Mantequilla para untar formulada con jarabe de aguamiel.....	44
6.1.4	Conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel.....	45
6.1.5	Elaboración de pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel ...	46
6.1.6	Elaboración de syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel	47
6.1.7	Elaboración de galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel	48
6.1.8	Elaboración de té helado endulzado con jarabe de aguamiel.....	49
6.1.9.	Elaboración de yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla.....	50
6.1.10	Elaboración de flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel.....	52
6.1.11	Elaboración de salmón en costra de jarabe de aguamiel	53
6.2	Evaluación Sensorial afectiva de los productos elaborados	54
7.	Conclusiones	57
8.	Referencias	58

Índice de Figuras

Figura		pp.
1	Morfología del agave	12
2	Estructura química de los flavonoides	17
3	Estructura química de saponina	17
4	Aplicaciones del Jarabe de aguamiel	20
5	Sistemas productivos de agave en Hidalgo	21
6	Clasificación de las pruebas analíticas utilizadas en la evaluación Sensorial	24
7	Platillo empleando queso formulado de jarabe de aguamiel y arándanos	42
8	Granola formulada con jarabe de aguamiel	43
9	Pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel	46
10	Té helado endulzado con jarabe de aguamiel	49
11	Yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla	51
12	Flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel	52
13	Salmón en costra de jarabe de aguamiel	53

Índice de Tablas

Tabla		pp.
1	Composición y cantidad de metabolitos primarios del jarabe de aguamiel	16
2	Capacidad antioxidante del jarabe de aguamiel	18
3	Composición nutrimental de queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos	42
4	Composición nutrimental de granola formulada con jarabe de aguamiel	42
5	Composición nutrimental mantequilla para untar formulada con jarabe de aguamiel	44
6	Composición nutrimental de conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel	45
7	Composición nutrimental de pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel	46
8	Composición nutrimental de syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel	47
9	Composición nutrimental de galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel	48
10	Composición nutrimental del té helado endulzado con jarabe de aguamiel	49
11	Composición nutrimental de yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla	50
12	Composición nutrimental de flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel	52
13	Composición nutrimental del salmón en costra de jarabe de aguamiel.	53
14	Evaluación hedónica de productos elaborados	55

Resumen

El aguamiel es la savia extraída de diversas especies de agave, principalmente *Agave salmiana* y *Agave mapisaga*, linaje que se originó hace 8 millones de años en el Altiplano Mexicano. El estado de Hidalgo se posiciona como el líder nacional en la producción de agave pulquero, concentrando el 55% de la superficie sembrada y el 58% del volumen de producción en México, destacando municipios como Cardonal, Singuilucan, Zempoala y San Agustín Tlaxiaca.

Desde una perspectiva química, el jarabe de aguamiel está compuesto mayoritariamente por azúcares como fructosa (40-50%) y glucosa (30-40%), además de proteínas, aminoácidos esenciales y minerales como calcio, potasio y hierro. Asimismo, destaca su composición fitoquímica, que incluye compuestos fenólicos con capacidad antioxidante y saponinas con propiedades antihipertensivas. Por lo tanto, el jarabe de aguamiel demuestra una gran versatilidad en la gastronomía y la industria alimentaria, funcionando como sustituto de azúcar refinado en repostería, agente tecnológico (estabilizante y emulsificante) y base para el desarrollo de alimentos.

1. Introducción

El maguey (género *Agave*) es una planta emblemática de México por su relevancia histórica, cultural, ecológica y económica. Su diversidad biológica y amplia distribución en el país, así como su capacidad de adaptación a condiciones áridas, han permitido que sea aprovechado durante siglos como fuente de alimentos, bebidas y materiales, consolidándose como un pilar biocultural en regiones del Altiplano Central. En particular, el *Agave salmiana* es una especie perenne de alto valor para comunidades rurales, al sostener prácticas productivas y gastronómicas asociadas al aguamiel, pulque y múltiples derivados tradicionales (Flores-Morales *et al.*, 2009; Hernández-Ramos *et al.*, 2020).

El aguamiel, como savia azucarada extraída del maguey en madurez fisiológica, constituye la materia prima para productos de alta relevancia cultural y de consumo regional. Entre sus derivados, el jarabe de aguamiel ha cobrado interés reciente como alternativa de valor agregado, al obtenerse mediante procesos de concentración que permiten estabilizar el producto, intensificar características Sensoriales y ampliar su aplicación en la Gastronomía (Hernández-Ramos *et al.*, 2020).

2. Marco teórico

2.1 Maguey

Es uno de los recursos naturales endémicos de América, ocupando más del 75% del territorio nacional y siendo sus especies (aproximadamente 150) ampliamente distribuidas alrededor de México (Mandujano-Bueno *et al.*, 2018).

Es una planta originaria de México con gran importancia cultural, económica y culinaria, especialmente en las regiones del altiplano de clima caluroso y seco, donde se considera una planta clave para la subsistencia y economía local. El maguey ha sido aprovechado durante siglos en la obtención de alimento y bebidas tradicionales como aguamiel, pulque, destilados, jarabes, entre otros. Y también en la elaboración de platillos como barbacoa, ximbó e insectos asociados al maguey como chinicuiles y gusano blanco (Higuera-Orbe *et al.*, 2025).

El *Agave salmiana*, comúnmente conocido como maguey pulquero, es una planta perenne perteneciente a la familia *Asparagaceae* (Hernández-Ramos, *et al.* 2020; Higuera-Orbe *et al.*, 2025). Se caracteriza por sus grandes hojas carnosas que forman una roseta basal, y su capacidad para adaptarse a condiciones árido-semiáridas, lo que lo hace especialmente prevalente en zonas semiáridas de México (Higuera-Orbe *et al.*, 2025; Sánchez *et al.*, 2025).

El maguey no requiere mucha agua ni fertilizantes, por lo cual crece en regiones de clima seco y caluroso, con suelos poco fértiles. Se encuentra principalmente en las regiones del altiplano, en los estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, San Luis Potosí, Zacatecas y el Estado de México (Aguilar-Juárez *et al.*, 2014; Moreno-Vilet & Trinidad, 2020). Sin embargo, su cultivo también se ha extendido a otras partes del mundo, incluyendo algunas regiones de Sudamérica y Sudáfrica, donde se utiliza tanto con fines alimentarios como industriales (Aguilar-Juárez *et al.*, 2014).

Desde tiempos prehispánicos, el maguey ha sido una planta esencial para las culturas indígenas de México, utilizado en la producción de bebidas consideradas como tradicionales como el pulque, así como en la elaboración de fibras y materiales para construcción. Hoy sigue siendo relevante en la agricultura y la gastronomía y representa una fuente de ingresos para comunidades rurales (Moreno-Vilet & Trinidad, 2020; Higuera-Orbe *et al.*, 2025).

2.2 Aguamiel

El aguamiel es el jugo o savia del maguey que, al fermentar de manera espontánea, da origen al pulque (Real Academia Española, 2024). También se le denomina jugo de agave o savia de agave. Este exudado azucarado se obtiene de especies pulqueras del género *Agave*, principalmente *Agave salmiana*, *Agave mapisaga* y *Agave atrovirens* (Guevara-García *et al.*, 2026).

Su producción se concentra en el Altiplano Central y en regiones semiáridas del centro–norte de México, donde convergen condiciones favorables: altitudes entre 1,800 y 2,500 msnm, precipitaciones anuales de 400–700 mm, temperaturas medias de 12–18 °C y suelos volcánicos o calcáreos. Estas condiciones favorecen la acumulación de carbohidratos estructurales y de reserva, particularmente fructanos, que constituyen la base metabólica para la producción de aguamiel durante la madurez fisiológica de la planta (Guzmán-Pedraza *et al.*, 2018; Rivera-Cruz & Romero-Romero, 2024; Vera *et al.*, 2024; Guevara-García *et al.*, 2026).

Las entidades con mayor presencia de agave pulquero son Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Ciudad de México y Morelos. Asimismo, estados como San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato y Querétaro presentan condiciones agroecológicas adecuadas, aunque con variaciones en rendimiento y composición fisicoquímica (Guzmán-Pedraza *et al.*, 2018).

2.2.1 Clasificación taxonómica y morfología

Dentro de la clasificación taxonómica, Guzmán-Pedraza *et al.* (2018) mencionan que se separan en dos géneros *Litsea* y *Agave* contando con 54 y 82 especies así mismo, el subgénero *Agave* está integrado por 12 secciones, 83 especies, 21 subespecies y 23 variedades, no obstante, el aguamiel no se puede extraer de cualquier especie.

El agave es una planta monocárpica (florece solamente una vez en su vida) que está conformada por hojas llamadas pencas de color verde o amarillo de cuerpo grueso, carnosos y terminan en una punta afilada, distribuidas de manera circular alrededor del tronco o piña dando una forma de roseta como se muestra en la figura 1.

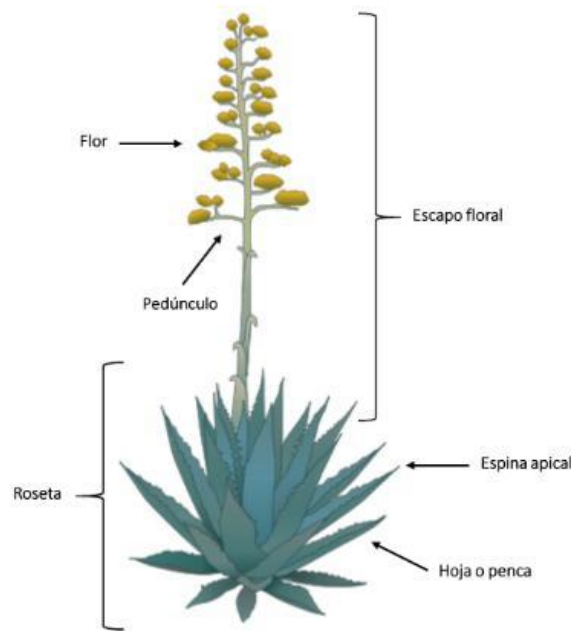


Figura 1. Morfología del agave

Fuente: Guzmán-Pedraza *et al.*, 2018

2.2.2 Proceso tradicional de extracción del aguamiel

La extracción del aguamiel comprende dos etapas principales (Guzmán-Pedraza *et al.*, 2018; Medina-Mendoza *et al.*, 2022; Castañeda-Ovando *et al.*, 2023):

Preparación del maguey

- Selección y Madurez: Se eligen ejemplares de maguey (*Agave salmiana*, *A. mapisaga*, entre otros) que han alcanzado su madurez biológica (8 y 12 años de edad).
 - Capado o Castración: Proceso donde las hojas centrales tiernas son cortadas, para detener el crecimiento del pedúnculo floral.
 - Picado y Raspado: Se perfora la cavidad “cajete” en la piña de la planta, para estimular la salida de la savia.
 - Recolección: El aguamiel se extrae manualmente dos veces al día (mañana y tarde), empleando un instrumento de succión conocido con acocote.
- **Pre-procesamiento**
 - Filtración: Permite eliminar impurezas (trozos de hojas, tierra o residuos vegetales).
 - Medición: el pH debe estar cercano a 6 para garantizar que el líquido no haya iniciado un proceso de fermentación espontánea, lo que lo convertiría en pulque.

Durante la fase previa a la emisión del quiote, los carbohidratos acumulados se movilizan hacia el meristemo floral, generando un flujo de 2 a 6 L diarios por planta. Debido a su alto contenido de azúcares, el aguamiel es altamente susceptible a fermentación espontánea.

Al final, el aguamiel se puede consumir como una bebida refrescante, de igual manera, la emplean como materia prima para la producción del pulque y jarabe de aguamiel.

2.3 Jarabe de aguamiel

El jarabe de aguamiel, también conocido como miel de maguey o concentrado de aguamiel, es un edulcorante natural obtenido a partir de la concentración térmica del aguamiel, que corresponde a la savia extraída del maguey pulquero. Este producto surge como una alternativa para diversificar el uso

industrial del aguamiel y aprovechar sus propiedades nutricionales y funcionales (Guevara-García *et al.*, 2026).

El proceso más conocido para su producción consiste en la evaporación del agua mediante calentamiento, lo que permite concentrar los azúcares presentes en la savia. Durante este proceso ocurre la hidrólisis parcial de carbohidratos (Vera *et al.*, 2024), así como la concentración de minerales y aminoácidos (García-Aguirre *et al.*, 2009). Las especies más empleadas para la obtención de la materia prima son *Agave atrovirens* y *Agave salmiana*, y la composición del jarabe depende en gran medida del sitio de recolección y de las características del suelo donde se cultiva el maguey (Alfaro-Rojas *et al.*, 2007).

Es importante diferenciar el jarabe de aguamiel del jarabe de agave, ya que, aunque suelen confundirse, son productos distintos tanto en materia prima como en proceso de elaboración (Figueredo-Urbina *et al.*, 2024).

De acuerdo con la NOM-003-SAGARPA-2016, el jarabe de agave se define como una sustancia dulce natural producida por hidrólisis de los fructanos provenientes de la planta del agave. Este el jarabe de aguamiel, concentrado a 70–75 °Brix, presenta una composición diferente, con sacarosa (20–58 %), fructosa (5–23 %), glucosa (4–18 %), fructanos (4–10 %) y proteínas (3–4 %). Por ello, Moreno-Vilet & Trinidad (2020) enfatizan que las propiedades del jarabe de agave no deben generalizarse al jarabe de aguamiel, ya que sus características Sensoriales, composición y funcionalidad son distintas.

2.3.1 Proceso de obtención

Castañeda-Ovando *et al.* (2023) y Guevara-García *et al.* (2026) reportan dos modalidades principales: tradicional e industrial. El método tradicional consiste en hervir el aguamiel en ollas de cobre o acero durante cinco a seis horas a temperaturas entre 70 y 85 °C, hasta alcanzar una concentración de 70 a 75 °Brix. Este procedimiento generalmente utiliza leña o residuos orgánicos como fuente de

energía y presenta una baja estandarización, lo que genera variabilidad en el producto final.

Por su parte, el método industrial o semi-industrial incorpora operaciones unitarias controladas, como la evaporación al vacío, en la que se emplean evaporadores de simple efecto a presión reducida (75 kPa) y temperaturas cercanas a 88.24 °C, con alimentación de aguamiel a 30 °C, logrando un rendimiento aproximado del 16.5 % (Ávila-Lara *et al.*, 2021). Asimismo, se incluyen etapas de clarificación mediante filtración a presión y tratamiento con carbón activado para mejorar la apariencia y estabilidad del jarabe.

2.3.2 Factores que influyen en sus características

Diversos factores influyen en las características finales del jarabe de aguamiel. La temperatura de elaboración es determinante, ya que afecta directamente la viscosidad y la aceptación Sensorial del producto. Se ha reportado que los jarabes obtenidos a 70 °C presentan mayor aceptación (González-Montemayor *et al.*, 2022). Además, la edad del maguey influye en la composición, pues cultivos más longevos contienen mayor cantidad de sacarosa. El jarabe de aguamiel presenta un comportamiento reológico no newtoniano, lo que implica que su viscosidad varía en función de la fuerza aplicada.

En términos organolépticos, Castañeda-Ovando *et al.* (2023) y Guevara-García *et al.* (2026) coinciden en que el jarabe de aguamiel se caracteriza por un color ámbar similar al de la miel de abeja, un sabor dulce y una textura viscosa, aunque con menor viscosidad en comparación con la miel convencional.

2.3.3 Composición química

Dentro de la composición química del jarabe de aguamiel se han reportado diferentes compuestos químicos como son los metabolitos primarios y secundarios. Los metabolitos primarios de bajo peso molecular cumplen con múltiples funciones y funcionan como precursores para la biosíntesis de los metabolitos secundarios.

Por lo tanto, los metabolitos primarios están conformados por azúcares (glucosa, frutosa, sacarosa), proteínas, ácidos nucleicos (Lustre, 2022). Es importante mencionar que la composición química del jarabe es variable y depende del sitio de recolección de la savia (Alfaro-Rojas *et al.*, 2007). Guevara-García *et al.*, (2026) y Vera *et al.*, (2024) mencionan las cantidades y composiciones presentes en el aguamiel (tabla 1).

Tabla 1. Composición y cantidades de metabolitos primarios del jarabe de aguamiel

Metabolito primario	Cantidad (%)	Referencia
Azúcares	65	(Vera <i>et al.</i> , 2024)
-Frutosa	40-50	(Guevara-García <i>et al.</i> , 2026)
-Glucosa	30-40	(Guevara-García <i>et al.</i> , 2026)
-Sacarosa	<10	(Guevara-García <i>et al.</i> , 2026)
Proteínas	3	(Vera <i>et al.</i> , 2024)
Aminoácidos	0.3	(Vera <i>et al.</i> , 2024)

Otros compuestos químicos presentes en el aguamiel son los minerales (3%) como calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro, cobre, selenio, boro, nitrógeno y zinc, inulina, fibra cruda, (Medina-Mendoza *et al.*, 2022; Vera *et al.*, 2024; Guevara-García *et al.*, 2026).

2.3.4 Composición fitoquímica

Por otra parte, en alusión a los metabolitos secundarios también conocidos como productos naturales no son esenciales para la supervivencia inmediata del aguamiel, sin embargo, les permiten producir y acumular compuestos químicos que desempeñan roles en la adaptación al estrés ambiental y la defensa frente a potenciales predadores y patógenos. Como se mencionó anteriormente, los metabolitos secundarios se generan a partir de los metabolitos primarios. Por lo tanto, se identificaron algunos compuestos bioactivos en el jarabe de aguamiel

como los compuestos fenólicos (3.03 ± 0.47 g “gallic acid equivalent”) que son moléculas que en su estructura química (**figura 2**) tienen uno o más grupos hidroxilo (-OH) incluyendo los derivados funcionales (ésteres, metil ésteres, glicósidos, etc.) unidos a un anillo aromático “R” (Martínez-Valverde *et al.*, 2000).

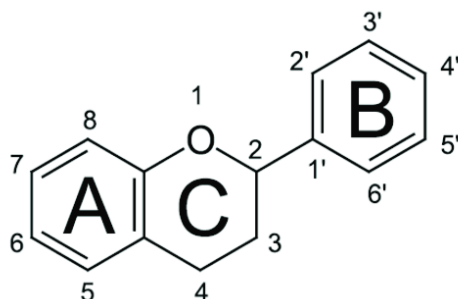


Figura 2. Estructura química de los flavonoides

Fuente: Martínez-Valverde *et al.*, 2000

Los autores antes mencionados confirman que los compuestos fenólicos están relacionados con la calidad Sensorial del aguamiel como alimento.

Por otro lado, las saponinas como se muestra en la **Figura 3** son triterpenoides (parte soluble en lípidos) que contienen una o más moléculas de azúcar (parte soluble en agua). Por lo tanto, estos compuestos al ser solubles en agua, favorece su absorción en el intestino (Akhlaghi & Foshati., 2017; Martínez-Valverde *et al.*, 2000; Martínez-Flórez *et al.*, 2002). Castañeda-Ovando *et al.*, (2023) reportan las saponinas camogenina, manogenina, gentrogenina, hecogenina y cantalasaponina-1 presentes en el jarabe de aguamiel.

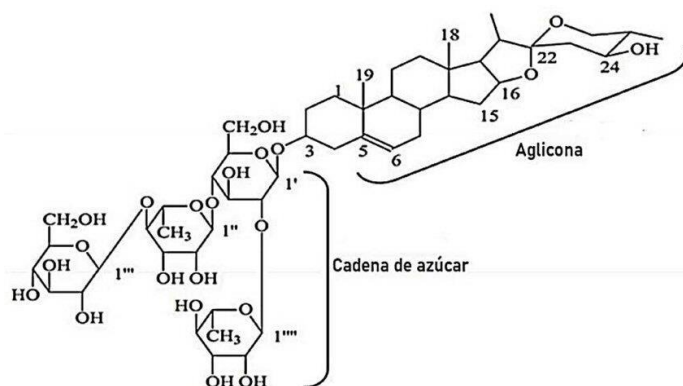


Figura 3. Estructura química de saponina

Fuente: Villanueva *et al.*, 2023

Por lo tanto, se ha reportado que a cada compuesto presente en el jarabe de aguamiel se le atribuyen actividades biológicas de manera general, por ejemplo, los compuestos fenólicos tienen efecto antioxidante, modula lípidos y glucemia, las saponinas propiedades antihipertensivas (Romero-López *et al.*, 2015; Santos-Zea *et al.*, 2016; Medina-Mendoza *et al.*, 2022). En este sentido, Surendraraj *et al.*, (2013) señala que los estudios epidemiológicos mostraron una asociación positiva entre el consumo de los compuestos fenólicos y la disminución de enfermedades crónico-degenerativas por ser capaces de neutralizar radicales libres.

Tabla 2. Capacidad antioxidante del jarabe de aguamiel

Capacidad antioxidante	Recolección del savia	Referencias
5.01 ± 0.06 Trolox	Tecamachalco, Puebla	(Medina-Mendoza <i>et al.</i> , 2022)
8.72 Trolox	Michoacán <i>A. atrovirens</i>	(Romero-López <i>et al.</i> , 2015)

2.3.5 Beneficios del consumo

Dicho lo anterior, al jarabe de aguamiel se le atribuye varios beneficios para su consumo (Guevara-García *et al.*, 2026), por ejemplo:

- A) Modulación de la microbiota: Contiene fructanos de tipo inulina y agavinas que actúan como prebióticos, que incrementa la flora microbiana benéfica del tracto digestivo
- B) Producción de metabolitos protectores: Su fermentación en el tracto digestivo genera ácidos grasos de cadena corta (butirato), los cuales refuerzan la integridad epitelial y mejoran el tránsito intestinal
- C) Protección gástrica: disminuye la incidencia de lesiones gástricas como la gastritis

- D) Reducción de lípidos: Contiene saponinas concentradas con impacto directo en la reducción del colesterol LDL y ayuda a prevenir la esteatosis hepática (hígado graso)
- E) Valor Nutricional: Aporta minerales esenciales como potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc en concentraciones superiores a las de otros endulzantes refinados.

También, se han identificado aminoácidos esenciales para consumo humano (lisina, fenilalanina, isoleucina, leucina, valina y metionina) puede llegar a considerar al aguamiel como una fuente alternativa y económica de aminoácidos (Vera *et al.*, 2024).

2.3.6 Funcionalidad y beneficios

Se ha establecido que el jarabe de aguamiel contribuye a la modulación de la microbiota intestinal debido a la presencia de fructanos tipo inulina y agavinas con efecto prebiótico, favoreciendo la producción de ácidos grasos de cadena corta como el butirato, que mejora la integridad epitelial intestinal. También se le atribuyen efectos de protección gástrica, reducción de lípidos plasmáticos y aporte de minerales esenciales en concentraciones superiores a las de otros endulzantes refinados (Guevara-García *et al.*, 2026). Asimismo, contiene aminoácidos esenciales como lisina, fenilalanina, isoleucina, leucina, valina y metionina, lo que permite considerarlo una fuente alternativa de aminoácidos (Vera *et al.*, 2024).

2.3.7 Aplicaciones en la elaboración de alimentos (gastronomía)

El jarabe de aguamiel tiene diferentes aplicaciones como se ilustra en la **Figura 4**. En la repostería se utiliza como sustituto de azúcar para reemplazar parcial o totalmente el azúcar refinados en productos (pan, muffins y pasteles) y mejora la textura, consistencia y elasticidad de las masas. Por otro lado, en los productos lácteos fermentados mejora la supervivencia de bacterias benéficas (helado con probióticos. Otra aplicación son las bebidas funcionales (propiedades antioxidantes), en este sentido, en la confitería elaboran alimentos funcionales y

formulaciones nutracéuticas empleando el jarabe de aguamiel para aprovechar sus compuestos bioactivos y prevenir enfermedades oxidativas. Por último, se emplean como agente tecnológico por su composición química funciona como estabilizante, emulsificante y gelificante, que mejora la consistencia y estabilidad en diversas matrices alimentarias (Guzmán-Pedraza *et al.*, 2018; Castañeda-Ovando *et al.*, 2023; Vera *et al.*, 2024).



Figura 4. Aplicaciones del Jarabe de aguamiel

2.3.8 Producción de Jarabe de aguamiel en Hidalgo

México es el centro de origen y diversidad del género *Agave* (75 % de las especies a nivel mundial). En este sentido, el estado de Hidalgo se posiciona como el líder en la producción de agave pulquero con el 55 % de la superficie sembrada y el 58 % del volumen de producción nacional como se muestra en la figura 5. Dicho lo anterior, esta actividad se distribuye en 43 de los 84 municipios hidalguenses, destacando por su superficie sembrada en San Agustín Tlaxiaca, Zempoala y Cardonal, mientras que Cardonal (84.2) y Singuilucan (83.44), sobresalen por su alto rendimiento productivo. Por lo tanto, las especies predominantes para la extracción del Jarabe de aguamiel en la región son *Agave salmiana* y *Agave mapisaga* (Soto-Alarcón *et al.*, 2022; Figueredo-Urbina *et al.*, 2024).

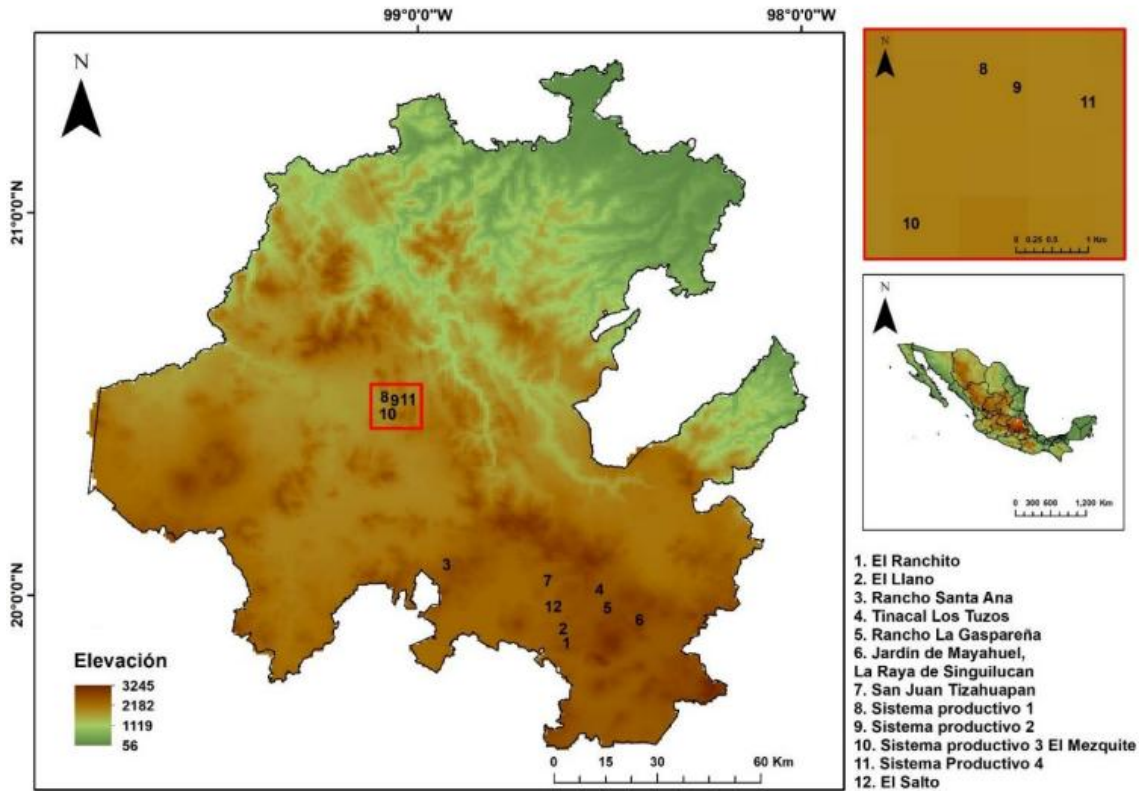


Figura 5. Sistemas productivos de agave en Hidalgo (Figueredo-Urbina *et al.*, 2024)

No obstante, Soto-Alarcón y colaboradores (2022), mencionan que existen tres instituciones dedicadas a la producción de jarabe de aguamiel: Alegría del Maguey (Cardonal) una cooperativa hñähñu cuenta con 64.08 hectáreas destinan el 70 %; Ometoxtloctli (Singuilucan) este grupo destina apropiadamente el 15 % y Néctar de los Dioses (Zempoala) el 10 % para procesarlo como jarabe

2.4 Análisis Sensorial

La evaluación Sensorial es un sistema de metrología que utiliza a los sentidos como instrumento de medición. Es el estudio sistemático de las respuestas de los humanos a las propiedades físicas y químicas de alimentos y bebidas (Salazar-Duque, 2019).

Otras y distintas son las definiciones de análisis Sensorial según procedan de la literatura técnica o de las normas. El *Institute of Food Technologists –IFT* (1975) la define como “una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e

interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto”.

La Organización Internacional de Normalización (ISO, 1981), en su proyecto de norma internacional ISO/DIS 5568, la define como “el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable por los órganos de los sentidos”.

El objetivo general de la Evaluación Sensorial es explorar las características físicas y químicas de alimentos y bebidas por medio de los sentidos para:

- Conocer y evaluar la *magnitud, tipo y duración* de sensación que estas características producen en los consumidores antes de que éste decida si le agrada o no el producto.
- Conocer y evaluar el efecto que el conjunto de características físicas y químicas propias del alimento o bebida tiene sobre la *aceptación y preferencia* de un producto (Ramírez-Navas, 2012).

2.4.1 Usos y aplicaciones de la evaluación Sensorial

Los principales usos de la evaluación Sensorial son en control de calidad, desarrollo de nuevos productos e investigación. Éstos no sólo encuentran aplicaciones en la caracterización y evaluación de alimentos y bebidas, sino también en otros campos tales como olores ambientales, productos de higiene personal, diagnóstico de enfermedades, pruebas de químicos puros, entre otras. La función principal de la evaluación Sensorial es conducir pruebas válidas y confiables, que provean datos que permitan tomar decisiones correctas (Sancho *et al.*, 2002).

La identificación y cuantificación de sensaciones y la evaluación de la aceptación y preferencia permite evaluar la calidad de un producto en función del consumidor más que en función de datos fisicoquímicos sin relación con la apreciación de quien lo va a consumir. De esta manera, una vez que se ha identificado el perfil o las características Sensoriales del producto, es posible medir el impacto que, sobre esas características pueden tener, desde la materia prima, hasta las condiciones de almacenamiento, el empaque e incluso el diseño del

envase y la etiqueta, pasando por los ingredientes, equipo y condiciones de proceso.

Si los rangos de calidad de un alimento o bebida se definen por la correlación de propiedades físicas y químicas con las características percibidas Sensorialmente, se puede confiar que el producto estará muy cerca o cumplirá con las expectativas del consumidor (Świąder y Marczevska, 2021).

2.4.2 Pruebas analíticas

Con relación a las pruebas Sensoriales, existen diversas formas de clasificarlas. Cárdenas-Mazón (2018), las divide en dos grupos: pruebas afectivas (realizadas con consumidores habituales o potenciales del producto analizado) y pruebas analíticas, las cuales se realizan en condiciones controladas de laboratorio y con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente.

Las pruebas analíticas se subdividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas (figura 6).

- Las pruebas discriminatorias permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia. De manera general son sencillas y de gran utilidad práctica (Cárdenas-Mazón *et al.*, 2018)
- Las pruebas escalares son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad Sensorial con la ayuda de una escala (Salazar-Duque, 2019).
- Las pruebas descriptivas son, de manera general, más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características Sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos (Murray *et al.*, 2002).

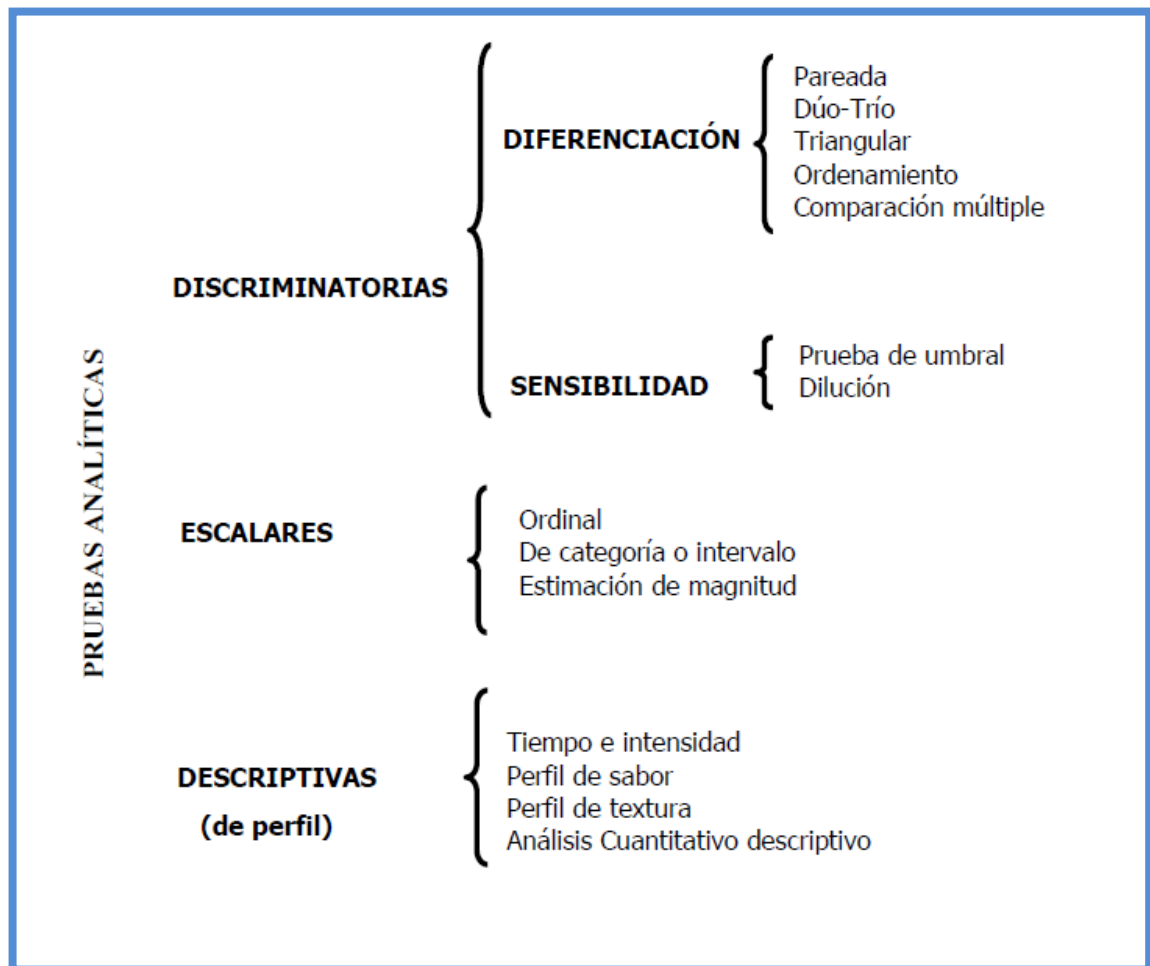


Figura 6. Clasificación de las pruebas analíticas utilizadas en la evaluación sensorial

3. Justificación

El maguey (*Agave spp.*) constituye uno de los recursos más representativos de México y un componente estratégico para la soberanía alimentaria y el desarrollo rural en regiones semiáridas. Especies pulqueras como *Agave salmiana* destacan por su relevancia socioeconómica y gastronómica, al ser fuente de aguamiel, pulque y derivados como el jarabe de aguamiel, además de sustentar prácticas culinarias tradicionales (barbacoa, ximbó) y el aprovechamiento de insectos asociados (chinicuiles, gusano blanco), elementos vinculados a identidad regional y patrimonio alimentario.

El jarabe de aguamiel es un producto de concentración térmica y una alternativa para ampliar el valor agregado del maguey y prolongar la vida útil de la savia, además de que se puede aplicarse en diversos productos alimenticios. Sin embargo, su incorporación requiere una evaluación integral que considere su impacto nutricional y su aceptación Sensorial.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Desarrollar formulaciones alimenticias que incorporen el uso de jarabe de aguamiel para determinar su composición nutrimental y aceptación Sensorial y diversificar su aplicación en la Gastronomía

4.2 Objetivos específicos

1. Seleccionar preparaciones de distintas matrices alimentarias para evidenciar la versatilidad gastronomía del jarabe de aguamiel
2. Determinar la información nutrimental de cada producto, mediante cálculo teórico por composición utilizando el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE)
3. Evaluar Sensorialmente los productos elaborados mediante una prueba de nivel de agrado utilizando jueces no entrenados

5. Metodología

5.1 Criterios para la selección de preparaciones

La selección de las preparaciones que incorporan jarabe de aguamiel respondió a un enfoque gastronómico–cultural orientado a evidenciar la versatilidad culinaria del ingrediente en diferentes sistemas alimentarios.

Se consideró el uso del jarabe de aguamiel, reconociendo su vínculo histórico con la cultura del maguey en el estado de Hidalgo. Asimismo, se evaluó la compatibilidad Sensorial del jarabe, tomando en cuenta su perfil organoléptico. Estas características facilitaron su incorporación tanto en preparaciones dulces como saladas.

Otro criterio fundamental fue la diversidad de matrices alimentarias, con la finalidad de demostrar su comportamiento como fueron: sistemas lácteos, productos de panificación y cereales, preparaciones cárnicas, conservas y reducciones y bebidas infusionadas.

Adicionalmente, se consideró el potencial de aplicación gastronómica, priorizando recetas factibles de replicar tanto en cocina profesional como en entornos domésticos, favoreciendo así la transferencia práctica del conocimiento.

Finalmente, la selección respondió a la intención de documentar aplicaciones que integran la tradición regional hidalguense con técnicas de cocina contemporánea, fortaleciendo la identidad cultural del maguey como elemento gastronómico.

5.2 Desarrollo y ajuste de formulaciones

El desarrollo de las formulaciones se llevó a cabo mediante un proceso culinario iterativo, basado en la observación directa en las comunidades productoras de jarabe de agua miel en algunas zonas del estado de Hidalgo.

En una fase inicial, se realizaron pruebas preliminares de proporción jarabe/matriz, variando la cantidad de jarabe incorporado con el objetivo de determinar niveles

adecuados de dulzor sin afectar negativamente la textura ni la estabilidad de la preparación.

En matrices lácteas, se observó la influencia del jarabe en la suavidad y untabilidad. En matrices cárnicas, se analizó su participación en procesos de marinado y formación de costra superficial. En panificación, se valoró su aporte al dorado y a la humectación.

Con el fin de asegurar consistencia en las preparaciones, se estableció un proceso de estandarización culinaria que incluyó la definición precisa de variables operativas.

5.3 Desarrollo de recetas

5.3.1 Queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos

La presente formulación corresponde al desarrollo de un producto lácteo tipo queso para untar, incorporando jarabe de aguamiel como agente edulcorante natural y arándanos deshidratados como componente funcional y Sensorial. La elaboración se realizó bajo condiciones controladas de higiene y estandarización de insumos, con el propósito de garantizar reproducibilidad y uniformidad en las características finales del producto.

Se emplearon los siguientes ingredientes: queso doble crema (180 g), jarabe de aguamiel (120 g), arándanos deshidratados (70 g), queso de cabra (100 g) y tomillo fresco (10 g). El rendimiento total obtenido por formulación fue de aproximadamente 470 g.

Previo al proceso de mezclado, las hojas de tomillo fresco fueron sometidas a lavado y desinfección. Posteriormente, todos los insumos fueron pesados individualmente en báscula digital. Los arándanos deshidratados fueron cortados por la mitad para favorecer su distribución homogénea en la matriz láctea. El proceso inició con el cremado del queso doble crema y el queso de cabra en un

tazón mediano, utilizando batidor tipo globo hasta obtener una textura homogénea y aireada. Posteriormente, se incorporó el jarabe de aguamiel de manera gradual, continuando el mezclado hasta lograr una integración uniforme y una consistencia cremosa estable.

Una vez obtenida la base láctea homogénea, se añadieron las hojas de tomillo fresco finamente distribuidas y los arándanos previamente cortados. La incorporación de estos ingredientes se realizó mediante movimientos envolventes con espátula de silicón, con el fin de evitar la pérdida de aireación y mantener la estructura cremosa del producto.

La mezcla final fue vaciada en un molde de silicón rectangular, procurando eliminar burbujas de aire visibles y nivelar la superficie. Posteriormente, el producto fue sometido a refrigeración durante un mínimo de 20 minutos a temperatura aproximada de 4 °C, con el objetivo de favorecer la estabilización estructural y la integración de sabores.

5.3.2 Granola formulada con jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de una granola horneada empleando jarabe de aguamiel como agente aglutinante y edulcorante natural, con el objetivo de evaluar su comportamiento tecnológico durante el horneado y su contribución Sensorial en un sistema cereal–oleaginosas.

Se utilizó avena en hojuelas (150 g), cacahuete (30 g), almendras enteras (40 g), amaranto deshidratado (15 g), semilla de calabaza (30 g), canela en polvo (5 cucharadas), esencia de vainilla (2 cucharadas), jarabe de aguamiel (200 g) y chispas de chocolate amargo sin azúcar (100 g). El rendimiento final obtenido fue de aproximadamente 400 g por formulación.

Previo al mezclado, todos los ingredientes fueron pesados individualmente utilizando báscula digital calibrada. El horno fue precalentado a 180 °C para asegurar estabilidad térmica al momento de la cocción. En un tazón mediano se

incorporaron todos los ingredientes secos, así como la esencia de vainilla y el jarabe de aguamiel, reservando las chispas de chocolate para su incorporación posterior.

La mezcla se trabajó manualmente durante aproximadamente 10 minutos con espátula de silicón. Posteriormente, se colocó papel encerado sobre la charola y se extendió la mezcla en una capa uniforme. El horneado se realizó a 180 °C durante 30 minutos. Cada 10 minutos la charola fue retirada del horno para mezclar el contenido, promoviendo un tostado uniforme y evitando puntos de sobrecalentamiento.

Una vez concluido el tratamiento térmico, la granola se dejó enfriar a temperatura ambiente hasta alcanzar completa estabilidad estructural. Posteriormente, se incorporaron las chispas de chocolate amargo sin azúcar, evitando su fusión por calor residual.

5.3.3 Mantequilla para untar formulada con jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de una mantequilla compuesta aromatizada, incorporando jarabe de aguamiel como agente edulcorante natural y cáscara de naranja deshidratada como componente aromático. Se emplearon los siguientes ingredientes: mantequilla sin sal (90 g), canela en polvo (10 g), jarabe de aguamiel (1 cucharada equivalente a aproximadamente 15 g) y cáscara de naranja deshidratada (10 g). El rendimiento obtenido fue de aproximadamente 190 g por formulación.

Todos los ingredientes fueron pesados y medidos con báscula digital calibrada. El proceso inició con la colocación de la fase grasa en una budinera a flama baja. Se añadió la cáscara de naranja deshidratada junto con la canela en polvo, permitiendo un proceso de infusión térmica durante 10 minutos. Posteriormente, la mezcla fue retirada del fuego y filtrada mediante colador fino de metal para eliminar partículas sólidas, obteniendo una grasa aromatizada homogénea. La fase grasa fue reincorporada brevemente a flama baja para estabilizar su temperatura.

Enseguida se añadió la mantequilla sin sal junto con el jarabe de aguamiel, mezclando vigorosamente con batidor globo hasta lograr una emulsión homogénea y completamente integrada. La incorporación del jarabe de aguamiel se realizó de forma gradual para favorecer su dispersión en la matriz lipídica.

La mezcla final fue vertida en un molde de silicón rectangular o en frasco de vidrio, procurando nivelar la superficie. Posteriormente, el producto fue sometido a refrigeración hasta alcanzar su completa solidificación, logrando una textura firme pero fácilmente untable.

5.3.4 Conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de una conserva fría de frutas deshidratadas rehidratadas en una solución de jugo de naranja y jarabe de aguamiel, aromatizada con especias. Se emplearon los siguientes ingredientes: manzana deshidratada (70 g), arándanos deshidratados (70 g), durazno deshidratado (70 g), kiwi deshidratado (50 g), pasas (30 g), jugo de naranja natural (200 mL), jarabe de aguamiel (3 cucharadas, aproximadamente 45 g), anís estrella (2 piezas) y hojas de laurel (2 unidades). El rendimiento final correspondió al volumen total rehidratado contenido en un frasco de vidrio estándar.

Todos los ingredientes fueron pesados y medidos con precisión. Las frutas deshidratadas de mayor tamaño (manzana, durazno y kiwi) fueron cortadas en macedonia uniforme con el fin de favorecer una hidratación homogénea y mejorar la presentación final del producto.

Las frutas deshidratadas y pasas fueron colocadas en el frasco de vidrio, distribuyéndolas de manera uniforme. En un tazón independiente se mezcló el jugo de naranja con el jarabe de aguamiel, utilizando batidor tipo globo hasta lograr una solución homogénea. Posteriormente, se incorporaron las especias (anís estrella y hojas de laurel) a la fase líquida para iniciar la liberación de compuestos aromáticos.

La solución obtenida fue vertida sobre las frutas deshidratadas hasta cubrir completamente el contenido sólido. El frasco fue cerrado herméticamente y almacenado en refrigeración (≈ 4 °C) durante un periodo mínimo de 48 horas antes de su consumo.

5.3.5 Elaboración de pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de un producto cárnico horneado tipo pastel de carne, acompañado de una salsa caliente a base de jarabe de aguamiel y mantequilla, con incorporación de especias y chile seco. Se emplearon los siguientes ingredientes: carne molida de res (200 g), pan molido (60 g), huevo (1 pieza), comino molido (5 g), orégano molido (5 g), sal de mar grano fino (20 g), mantequilla sin sal (140 g), ajo fresco (10 g), cebolla (50 g), pimienta negra molida (10 g), jarabe de aguamiel (150 g) y chile de árbol en hojuelas (1 g). El rendimiento final fue de aproximadamente 500 g por formulación.

Las verduras (ajo y cebolla) fueron lavadas y desinfectadas conforme a protocolos de higiene alimentaria. Posteriormente, fueron picadas en trozos muy pequeños para facilitar su integración en la matriz cárnica. Todos los ingredientes fueron pesados individualmente con precisión. El horno fue precalentado a 180 °C para asegurar estabilidad térmica durante el horneado.

El proceso inició con la incorporación del huevo en un tazón mediano, al cual se añadieron sal, orégano, pimienta negra y comino, mezclando hasta su integración. Posteriormente se agregaron el ajo y la cebolla finamente picados. Se incorporó la carne molida junto con el pan molido, mezclando manualmente hasta lograr una masa homogénea, asegurando la adecuada hidratación del pan y la correcta distribución de condimentos. La mezcla fue moldeada manualmente en forma alargada o redonda, procurando uniformidad en su estructura. En un sartén previamente calentado se añadieron 40 g de mantequilla, procediendo al sellado del pastel de carne por todos sus lados.

Para la elaboración de la salsa, se calentaron 100 g de mantequilla en el mismo sartén junto con las hojuelas de chile de árbol, permitiendo la liberación de compuestos aromáticos liposolubles. Posteriormente se añadió el jarabe de aguamiel de manera gradual. La mezcla fue llevada a ebullición suave y mantenida en agitación constante durante aproximadamente 7 minutos hasta obtener una salsa ligeramente espesa y homogénea.

El pastel sellado fue colocado en una charola para horno y bañado con la salsa preparada. Se cubrió con papel aluminio y se horneó a 180 °C durante 15 minutos. Transcurrido este tiempo, se retiró el papel aluminio y se continuó el horneado por 10 minutos adicionales, favoreciendo la caramelización superficial del jarabe de aguamiel y la formación de una capa glaseada.

5.3.6 Elaboración de syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de un syrup aromatizado a base de jarabe de aguamiel, enriquecido con especias y compuestos cítricos. Se emplearon los siguientes ingredientes en proporciones previamente estandarizadas: jarabe de aguamiel (350 g), anís estrella (5 g), canela en polvo o rajas (10 g), clavo de olor (3 piezas), pimienta negra entera (3 granos), cardamomo (5 g), cáscara de naranja deshidratada (10 g) y agua potable (100 mL). El rendimiento final obtenido fue de aproximadamente 400 g de producto terminado.

El proceso inició con el calentamiento de la budinera a flama media. Se incorporó el agua potable junto con el anís estrella, pimienta negra, cáscara de naranja deshidratada, cardamomo, canela y clavo de olor. La mezcla se llevó a ebullición y se mantuvo durante aproximadamente 5 minutos, permitiendo la extracción de compuestos aromáticos hidrosolubles y parcialmente liposolubles presentes en las especias.

Posteriormente, la infusión fue filtrada mediante colador fino de metal para retirar los sólidos, obteniendo una fase líquida aromática limpia. Esta infusión fue regresada al fuego a intensidad media–baja.

Se añadió el jarabe de aguamiel y se realizó una reducción controlada durante aproximadamente 10 minutos, promoviendo concentración de sólidos solubles, integración de sabores y ligera intensificación de color y viscosidad. Durante este proceso se efectuó agitación constante con espátula de silicón para evitar caramelización localizada.

Una vez alcanzada la consistencia deseada, el syrup fue retirado del fuego y dejado enfriar a temperatura ambiente. Finalmente, se transfirió a un frasco de vidrio con tapa hermética para su almacenamiento en refrigeración.

5.3.7 Elaboración de galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de un bocadillo salado–dulce tipo canapé, compuesto por una crema untable a base de queso doble crema, surimi de pescado y jarabe de aguamiel, montada sobre galletas saladas circulares y complementada con elementos herbales y encurtidos. Se emplearon los siguientes ingredientes: queso doble crema (180 g), surimi de pescado (100 g), jarabe de aguamiel (100 g), perejil fresco (10 g), cebolla fresca (10 g), ajo fresco (10 g), laurel fresco (2 hojas), tomillo fresco en rama (5 g), vinagre blanco (50 mL), mostaza entera (20 g) y galletas saladas circulares (1 paquete). El rendimiento final fue de aproximadamente 400 g de crema untable.

Todos los ingredientes fueron pesados y medidos con báscula digital calibrada. El perejil fresco fue lavado y desinfectado conforme a protocolos de higiene alimentaria. Se elaboró un encurtido aromático de mostaza como elemento complementario. Para ello, en un recipiente se colocaron 50 mL de vinagre blanco junto con hojas de laurel, rama de tomillo, 5 g de ajo y 5 g de cebolla fresca. La mezcla fue calentada hasta alcanzar aproximadamente 80 °C y mantenida durante

5 minutos para favorecer la extracción de compuestos aromáticos. Posteriormente, se dejó enfriar y se reservó en refrigeración.

En un tazón mediano se incorporaron el queso doble crema, el surimi de pescado, el jarabe de aguamiel, 5 g de ajo fresco y 5 g de cebolla fresca. La mezcla fue procesada con licuadora de inmersión durante 5 a 8 minutos, hasta obtener una crema homogénea, de textura suave y completamente integrada.

El jarabe de aguamiel actuó como agente edulcorante y modulador Sensorial, favoreciendo la cohesión del sistema y aportando notas dulces que contrastan con el perfil marino del surimi. Una vez obtenida la crema, se transfirió a una manga pastelera para su dosificación uniforme. Se procedió al montaje sobre galletas saladas circulares, aplicando porciones controladas de la crema.

Finalmente, se decoró cada pieza con hojas de perejil fresco y mostaza previamente encurtida, aportando contraste cromático, acidez y complejidad aromática.

5.3.8 Elaboración de té helado endulzado con jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de una bebida tipo infusión fría, elaborada a partir de té negro y hierbas aromáticas frescas, endulzada con jarabe de aguamiel como alternativa a edulcorantes refinados. Se utilizaron los siguientes ingredientes: té negro (10 g), manzanilla fresca (10 g), zacate limón fresco (10 g), cardamomo (1 g), jugo de naranja natural (100 mL), jugo de limón (10 mL), agua purificada (900 mL) y jarabe de aguamiel (90 g). El rendimiento final fue de aproximadamente 1 litro de bebida.

Todos los ingredientes fueron pesados y medidos con precisión. La manzanilla fresca y el zacate limón fueron lavados y desinfectados conforme a protocolos de higiene alimentaria para evitar contaminación microbiológica. Se colocaron 400 mL de agua purificada en el coludo junto con la manzanilla fresca y el zacate limón. La mezcla se llevó a ebullición para favorecer la extracción de compuestos aromáticos volátiles e hidrosolubles. Una vez alcanzado el punto de ebullición, se apagó el

fuego e inmediatamente se añadieron el cardamomo y el té negro, dejando infundir durante aproximadamente 7 minutos. En paralelo, el jugo de naranja y el jugo de limón fueron diluidos con los 500 mL restantes de agua purificada en una jarra de 1.5 litros.

Transcurrido el tiempo de infusión, la preparación caliente fue filtrada mediante colador fino para retirar los sólidos vegetales y posteriormente incorporada a la jarra que contenía la mezcla de jugos diluidos. Finalmente, se añadió el jarabe de aguamiel, mezclando hasta lograr su completa disolución y homogeneización en la bebida.

El producto fue refrigerado durante aproximadamente 20 minutos antes de su consumo, permitiendo estabilizar la temperatura y potenciar la percepción refrescante.

5.3.9. Elaboración de yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla

La presente formulación corresponde al desarrollo de un producto lácteo fermentado aromatizado, empleando jarabe de aguamiel como agente edulcorante natural y vainilla como compuesto aromático principal. Se emplearon yogurt griego natural sin endulzar (1000 g), jarabe de aguamiel (200 g), una vaina de vainilla y coñac (10 mL). Las proporciones fueron determinadas buscando equilibrio entre dulzor, intensidad aromática y conservación de la textura densa característica del yogurt griego. El rendimiento final fue de aproximadamente 1200 g. La pulpa de la vaina de vainilla fue extraída con cuchillo tipo chef e incorporada en 10 mL de coñac, dejando reposar durante 10 minutos para favorecer la extracción de compuestos aromáticos como la vainillina. Todos los ingredientes fueron pesados con precisión.

El yogurt griego fue colocado en un tazón mediano y batido suavemente para homogenizar su estructura. Posteriormente se incorporó la mezcla de vainilla y coñac, integrando de manera uniforme. El jarabe de aguamiel se añadió gradualmente bajo agitación constante con batidor globo hasta lograr una mezcla homogénea y de textura cremosa.

Finalmente, el producto fue transferido a un frasco de vidrio previamente sanitizado y almacenado en refrigeración (≈ 4 °C) hasta su consumo.

5.3.10 Elaboración de flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de un pan plano fermentado, acompañado de una reducción balsámica endulzada con jarabe de aguamiel. El objetivo fue evaluar el comportamiento fermentativo de la masa y la interacción ácido–dulce en una reducción térmica. Se emplearon harina de trigo (160 g), agua purificada (110 mL), levadura seca (5 g), sal (5 g), aceite de oliva (20 g), vinagre balsámico (30 mL), jarabe de aguamiel (80 g), albahaca fresca (10 g), pimienta negra (1 g), ajo (10 g), queso mozzarella (20 g), queso parmesano (20 g), jitomate romano (1 pieza) y azúcar (3 g).

La levadura fue activada en 50 mL de agua tibia con azúcar y parte de la harina durante 10 minutos. Se lavaron y desinfectaron las verduras. El horno fue precalentado a 240 °C. Se formó una masa mediante integración de harina restante, sal, aceite y levadura activada, amasando hasta obtener textura elástica. Se dejó reposar 10 minutos cubierta con película plástica.

Para la reducción, se calentó el vinagre balsámico con jarabe de aguamiel hasta alcanzar viscosidad similar al jarabe inicial. Paralelamente, se confitó el ajo en aceite de oliva.

La masa fue extendida a 5 mm de grosor, perforada para evitar formación excesiva de burbujas y barnizada con aceite aromatizado. Se añadió queso y rodajas de jitomate. Se horneó 10 minutos a 240 °C. Una vez horneado, se incorporó albahaca fresca y se aderezó con la reducción balsámica de aguamiel.

5.3.11 Elaboración de salmón en costra de jarabe de aguamiel

La presente formulación corresponde al desarrollo de un plato fuerte proteico en el que el jarabe de aguamiel actúa como componente de marinación y glaseado

térmico. Se emplearon filete de salmón (250 g), jarabe de aguamiel (60 g), sal (10 g), pimienta negra (5 g), arroz blanco (100 g), espinacas baby (200 g), chile guajillo (20 g), limón (1 pieza), ajo (20 g), hoja santa (5 g), semillas de ajonjolí (5 g), jengibre (5 g) y mantequilla (20 g).

El arroz fue enjuagado para eliminar almidón superficial. El chile guajillo fue rehidratado. Se extrajo el jugo de limón y se picaron ajo y jengibre en brunoise. Se preparó una marinada con jarabe de aguamiel, jugo de limón, sal, pimienta, ajo, jengibre y hoja santa. El salmón fue marinado durante 30 minutos en refrigeración.

El arroz se cocinó por absorción térmica controlada. Posteriormente, el salmón fue sellado en sartén con mantequilla, favoreciendo formación de costra mediante caramelización superficial del jarabe y reacción de Maillard. Se terminó la cocción a fuego bajo hasta alcanzar el punto deseado.

Las espinacas fueron salteadas brevemente. El plato se montó con base de arroz y espinacas, colocando el salmón encima y decorando con semillas de ajonjolí.

5.4 Determinación de la información nutrimental

El Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE) es un sistema que funciona por alimentos equivalentes, es decir, aquella porción (o ración) de alimento cuyo aporte nutrimental es similar a los de su mismo grupo en calidad y en cantidad; lo que permite que puedan ser intercambiables entre sí. Este sistema es un método útil para el diseño de planes de alimentación, en especial para las personas que necesitan controlar la ingestión de ciertos nutrimentos. SMAE permite una experiencia nutricional personalizada basada en necesidades nutricias, estilo de vida, composición corporal y cultura alimentaria (Pérez *et al.*, 2014).

Se realizó mediante cálculo teórico por composición, utilizando bases de datos oficiales de composición de alimentos y la información nutrimental declarada por los fabricantes de los ingredientes empleados. En primer lugar, se determinó el

rendimiento total de cada formulación mediante pesada final del producto terminado y se estableció un tamaño de porción acorde con el uso habitual del alimento.

Posteriormente, para cada ingrediente se registraron los valores por 100 gramos o 100 mililitros correspondientes a energía, proteína, grasa total, carbohidratos, azúcares, fibra dietética y sodio. El aporte individual de cada nutriente dentro de la formulación se calculó multiplicando la cantidad utilizada del ingrediente por el contenido del nutriente por gramo, obtenido al dividir el valor declarado por 100 entre cien. Una vez determinado el aporte de cada ingrediente, se realizó la sumatoria para obtener el contenido total de cada nutriente en la formulación completa.

Con base en el rendimiento total del producto, se procedió a calcular el contenido nutrimental por porción mediante una regla de tres proporcional, dividiendo el nutriente total entre el rendimiento total y multiplicando el resultado por el tamaño de porción definido. Cuando fue necesario validar el aporte energético, este se estimó aplicando los factores de Atwater, considerando 4 kilocalorías por gramo de proteína, 4 kilocalorías por gramo de carbohidrato y 9 kilocalorías por gramo de grasa.

Los resultados fueron expresados tanto por porción como por 100 gramos o 100 mililitros, según correspondiera, lo cual permite facilitar la comparación entre productos y asegurar claridad en la presentación de la información nutrimental. Este procedimiento garantiza reproducibilidad metodológica y coherencia técnica en la estimación del valor nutricional de los productos desarrollados con jarabe de aguamiel.

5.5 Evaluación Sensorial afectiva de los productos elaborados

La aceptación global de las formulaciones desarrolladas fue determinada mediante una prueba de nivel de agrado utilizando una escala hedónica estructurada de siete puntos, donde 1 = “me desagrada mucho” y 7 = “me agrada mucho”. Este tipo de prueba se fundamenta en metodologías clásicas de análisis

Sensorial orientadas a medir la preferencia del consumidor ante un producto alimentario (Lawless & Heymann, 2010; Stone & Sidel, 2012).

La elección de una escala de siete puntos ayuda a no generar fatiga en panelistas no entrenados, siendo ampliamente recomendada en estudios de aceptación de nuevos desarrollos gastronómicos (Meilgaard, Civille & Carr, 2016). Las evaluaciones se realizaron con consumidores potenciales no entrenados, bajo condiciones controladas de iluminación, temperatura y presentación aleatorizada de muestras, siguiendo los lineamientos generales de pruebas hedónicas establecidos por la norma ISO 11136:2014 para análisis Sensorial con consumidores.

Cada participante evaluó atributos globales de agrado considerando apariencia, aroma, sabor, textura y aceptación y registro su percepción en la ficha de cata correspondiente.

6. Resultados y discusión

6.1 Determinación de la información nutrimental de los productos elaborados

6.1.1 Queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos

La composición nutrimental del queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos (Figura 7), se muestra en la Tabla 3. El contenido de azúcares (30 g/100 g) es considerable y supera el límite ideal diario recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que sugiere reducir su ingesta a menos de 25 g/día (World Health Organization [WHO], 2015).

El consumo elevado de azúcares se asocia con mayor riesgo de obesidad y alteraciones metabólicas y aumento de peso corporal (Te Morenga *et al.*, 2013). Asimismo, el consumo elevado de fructosa, independientemente de su origen natural o añadido, se ha vinculado con mayor lipogénesis hepática, resistencia a la insulina y riesgo de diabetes tipo 2 (Stanhope, 2016; Malik & Hu, 2022). En este contexto, aunque el jarabe de aguamiel proviene del agave, su impacto metabólico debe analizarse bajo el mismo marco fisiológico que otros azúcares añadidos.

El contenido de grasa (12.5 g/100 g) es elevado y supera las recomendaciones de mantener su ingesta por debajo del 10 % del aporte energético total (WHO & FAO, 2003; Mensink *et al.*, 2016; Hooper *et al.*, 2020).

Por otro lado, el contenido de sodio (236 mg/100 g) no representa el principal factor importante producto, ya que se mantiene en niveles de acuerdo al límite máximo de 2000 mg/día recomendado por la OMS (WHO, 2012). Aunque el producto incorpora arándanos, reconocidos por su aporte de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, diversos estudios señalan que sus beneficios cardiometabólicos se observan principalmente en matrices con menor densidad energética y mayor concentración de fitoquímicos (Wang *et al.*, 2022).

Tabla 3. Composición nutrimental de queso para untar formulado con jarabe de aguamiel y arándanos

Nutriente	Por porción (30 g)	Por 100 g
Energía	101 kcal (421 kJ)	336 kcal (1404 kJ)
Proteínas	2.2 g	7.2 g
Grasas totales	5.9 g	19.6 g
Grasas saturadas	3.8 g	12.5 g
Carbohidratos	10.0 g	33.4 g
Azúcares	9.0 g	30.0 g



Figura 7. Platillo empleando queso formulado de jarabe de aguamiel y arándanos

6.1.2 Granola formulada con jarabe de aguamiel

La composición nutrimental de la granola (figura 8), formulada con jarabe de aguamiel se presenta en la Tabla 4. La densidad energética es elevada (655 kcal/100 g), lo cual supera lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 lo que indica que los alimentos con alta densidad energética tienden a promover mayor ingesta calórica total, debido a que las personas consumen volúmenes relativamente constantes de alimento independientemente de su contenido energético (Rolls, 2017).

Tabla 4. Composición nutrimental de granola formulada con jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (30 g)	Por 100 g
Energía	197 kcal (822 kJ)	655 kcal (2741 kJ)
Proteínas	5.1 g	17.1 g
Grasas totales	8.9 g	29.8 g
Grasas saturadas	3.2 g	10.6 g
Carbohidratos	25.1 g	83.7 g
Azúcares	12.0 g	39.8 g



Figura 8. Granola formulada con jarabe de aguamiel

La granola contiene 10.6 g de grasa saturada por 100 g valor que esta por encima de la recomendación de mantener los ácidos grasos saturados por debajo del 10 % del valor calórico total (WHO & FAO, 2003). No obstante, es probable que una proporción importante de la grasa total provenga de fuentes vegetales insaturadas, lo cual podría modular parcialmente el impacto aterogénico (Mensink *et al.*, 2016; Hooper *et al.*, 2020); lo anterior debe analizarse con equipos más especializados como cromatografía de gases.

Respecto a los azúcares, el producto excede el límite propuesto por la Organización Mundial de la Salud, que recomienda reducir la ingesta de azúcares libres a menos del 10 % del valor calórico total (WHO, 2015), lo cual se asocia con mayor riesgo de aumento de peso corporal y diabetes tipo 2 (Te Morenga *et al.*, 2013; Malik & Hu, 2022; Stanhope, 2016). Por último, el contenido proteico (17.1 g/100 g) es considerable para un cereal listo para consumo y puede contribuir a mayor saciedad y regulación del apetito, particularmente cuando se consume en el desayuno (Leidy *et al.*, 2015).

6.1.3 Mantequilla para untar formulada con jarabe de aguamiel

La composición nutrimental de la mantequilla para untar con jarabe de aguamiel se presenta en la Tabla 5. El producto presenta un contenido graso elevado, lo cual es consistente con su naturaleza como derivado lácteo; sin embargo, este perfil incrementa de manera significativa su densidad energética. Algunos estudios han demostrado que los alimentos con alta densidad energética, particularmente aquellos ricos en grasa, tienden a favorecer un mayor consumo calórico total debido a su menor capacidad de generar saciedad proporcional al aporte energético (Drewnowski, 2004; Rolls, 2017). En este sentido, el contenido graso del producto aporta aproximadamente el 57 % del valor energético total, lo que evidencia una contribución predominante de lípidos en su estructura calórica.

Desde la perspectiva de salud pública, esta proporción resulta relevante, ya que excede las recomendaciones internacionales que establecen que la ingesta de ácidos grasos saturados debe mantenerse por debajo del 10 % del valor calórico total diario para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (WHO & FAO, 2003; Sacks *et al.*, 2017; Mozaffarian, Micha, & Wallace, 2010; Jakobsen *et al.*, 2009). La sustitución de grasas saturadas por grasas insaturadas se asocia a menor riesgo de enfermedad cardiovascular (Mensink *et al.*, 2016; Hooper *et al.*, 2020).

Tabla 5. Composición nutrimental mantequilla para untar formulada con jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (10 g)	Por 100 g
Energía	38 kcal (159 kJ)	381 kcal (1594 kJ)
Proteínas	0.05 g	0.5 g
Grasas totales	3.8 g	38.3 g
Grasas saturadas	2.4 g	24.2 g
Carbohidratos	1.38 g	13.8 g
Azúcares	1.07 g	10.7 g

En cuanto a los azúcares (10.7 g/100 g), aunque menores en comparación con otras formulaciones desarrolladas, contribuyen a la carga de azúcares libres, cuya ingesta debería mantenerse por debajo del 10 % del valor calórico total, con un objetivo

ideal inferior al 5 % para beneficios adicionales (WHO, 2015). Finalmente, el aporte proteico es bajo (0.5 g/100 g), lo que limita su densidad nutricional.

6.1.4 Conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel

La composición nutrimental de la conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel (figura 8), se presenta en la Tabla 6. El producto no supera lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010; sin embargo, se recomienda reducir la ingesta de azúcares libres a menos del 10 % del valor calórico total (World Health Organization [WHO], 2015); ya que una alta ingesta se asocia con aumento de peso corporal y mayor riesgo de diabetes tipo 2 (Te Morenga *et al.*, 2013; Malik & Hu, 2022). Aunque parte de los azúcares presentes en esta formulación son intrínsecos a la fruta, la adición de jarabe de aguamiel incrementa la fracción de azúcares libres, los cuales ejercen efectos metabólicos similares independientemente de su origen natural (Stanhope, 2016).

Tabla 6. Composición nutrimental de conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (50 g)	Por 100 g
Energía	106 kcal (441 kJ)	211 kcal (883 kJ)
Proteínas	0.7 g	1.5 g
Grasas totales	0.3 g	0.6 g
Grasas saturadas	0.0 g	0.1 g
Carbohidratos	27.3 g	54.6 g
Azúcares	22.2 g	44.5 g

No obstante, a diferencia de productos de confitería refinada, esta conserva conserva un aporte relevante de fibra dietética (4.2 g/100 g) proveniente de frutas y cereales integrales y que se asocia con menor riesgo de enfermedad cardiovascular, mejor control glucémico y reducción en la incidencia de diabetes tipo 2 (Aune *et al.*, 2016; Reynolds *et al.*, 2019).

El contenido de grasa total (0.6 g/100 g), grasa saturada (0.1 g/100 g) es nutricionalmente bajo frente a las recomendaciones internacionales (<10 % del VCT en grasa saturada) (WHO & FAO, 2003; WHO, 2012). La fruta deshidratada es una fuente compuestos bioactivos como polifenoles y antioxidantes; que han

demostrado que los compuestos fenólicos de frutas como los arándanos pueden mejorar marcadores de estrés oxidativo y función endotelial (Wang *et al.*, 2022).

6.1.5 Elaboración de pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel

El pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel (figura 9), presenta el perfil nutricional complejo, tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Composición nutricional de pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (100 g)
Energía	504 kcal (2110 kJ)
Proteínas	11.9 g
Grasas totales	40.4 g
Grasas saturadas	20.9 g
Carbohidratos	22.8 g
Azúcares	18.7 g



Figura 9. Pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel

El contenido de grasa total (40.4 g/100 g) equivalente a cerca del 37 % del valor energético total excede la recomendación de mantener la ingesta de grasa saturada por debajo del 10 % del valor calórico que recomienda la Organización Mundial de la Salud y la Food and Agriculture Organization.

La evidencia científica ha demostrado que dietas ricas en grasas elevan el colesterol LDL y aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular, especialmente cuando no se sustituyen por grasas insaturadas (Mensink *et al.*, 2016; Hooper *et al.*, 2020).

Los 18.7 g de azúcares por porción representan cerca del 75 % del límite ideal de 25 g/día propuesto por la OMS bajo el criterio del 5 %. Aunque el producto aporta una cantidad moderada de proteína (11.9 g/100 g), este beneficio no compensa el impacto metabólico de la combinación de alta densidad energética y contenido de grasa. En consecuencia, esta formulación o platillo se clasificaría como alimento de consumo ocasional, y su reformulación sería necesaria para alinearse con estrategias internacionales de prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

6.1.6 Elaboración de syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel

Desde una perspectiva nutricional y regulatoria, el syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel constituye una fuente importante de azúcares libres, tal como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Composición nutrimental de syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (15 g)	Por 100 g
Energía	39 kcal (165 kJ)	263 kcal (1100 kJ)
Proteínas	0.0 g	0.2 g
Grasas totales	0.0 g	0.1 g
Carbohidratos	9.8 g	65.6 g
Azúcares	9.2 g	61.3 g

Aunque su densidad energética (263 kcal/100 g) no supera el límite de 275 kcal/100 g establecido para alimentos sólidos en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de la Secretaría de Economía y la Secretaría de Salud, su contenido de azúcares representa aproximadamente el 93 % de su valor energético total. Una porción de 15 g aporta 9.2 g de azúcares, equivalente a cerca del 37 % del límite ideal diario recomendado por la Organización Mundial de la Salud. El consumo habitual de azúcares libres, especialmente en forma líquida o semilíquida, se asocia con mayor riesgo a presentar resistencia a la insulina y diabetes tipo 2 (Te Morenga *et al.*, 2013;

Malik & Hu, 2022), debido a su rápida absorción y menor efecto sobre la saciedad comparado con matrices sólidas.

A diferencia de otras formulaciones, el syrup presenta un contenido prácticamente nulo de proteína, grasa o fibra; por lo que esta formulación debe clasificarse como un ingrediente culinario de uso moderado, destinado a aplicaciones gastronómicas específicas y no como alimento de consumo libre, siendo recomendable explorar estrategias de reformulación orientadas a la reducción de azúcares añadidos o la incorporación de compuestos funcionales que incrementen su valor nutricional sin comprometer sus propiedades Sensoriales.

6.1.7 Elaboración de galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel

Las galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel presentan una densidad energética elevada en relación con su porción de acuerdo a lo que establece la NOM-051-SCFI/SSA1-2010; tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Composición nutrimental de galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (30 g)	Por 100 g
Energía	93 kcal (389 kJ)	310 kcal (1297 kJ)
Proteínas	1.9 g	6.3 g
Grasas totales	5.4 g	18.0 g
Grasas saturadas	3.1 g	10.4 g
Carbohidratos	10.0 g	33.4 g
Azúcares	7.5 g	24.9 g

El contenido de grasa representa el 30 % del valor energético total; lo cual es tres veces más a la recomendación internacional de limitar el consumo de ácidos grasos saturados a menos del 10 % del valor calórico total diario (WHO & FAO, 2003; Sacks *et al.*, 2017); lo cual puede provocar enfermedades cardiovasculares (Mensink *et al.*, 2016; Hooper *et al.*, 2020).

Con respecto al contenido de azúcares, el producto aporta cerca del 30 % del límite ideal sugerido por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2015); que se ha

asociado con mayor riesgo de obesidad, caries dental y alteraciones metabólicas (Te Morenga *et al.*, 2013). Aunque la preparación aporta un contenido bajo de proteína es atribuible a la incorporación de crema de pescado (Slavin, 2013).

6.1.8 Elaboración de té helado endulzado con jarabe de aguamiel

La composición nutrimental del té helado endulzado con jarabe de aguamiel (figura 10), se muestra en la Tabla 10. Desde el punto de vista nutricional se clasifica dentro de la categoría de bebidas azucaradas, cuyo consumo ha sido ampliamente vinculado con mayor riesgo de obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedad cardiovascular.

Tabla 10. Composición nutrimental del té helado endulzado con jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (250 mL)	Por 100 mL
Energía	78 kcal (326 kJ)	31 kcal (130 kJ)
Proteínas	0.2 g	0.1 g
Grasas totales	0.0 g	0.0 g
Carbohidratos	19.5 g	7.8 g
Azúcares	18.0 g	7.2 g



Figura 10. Té helado endulzado con jarabe de aguamiel

Aunque su densidad energética es baja por 100 mL, una porción habitual de 250 mL aporta 78 kcal y 18 g de azúcares, lo que representa aproximadamente el 72 % del límite ideal de 25 g/día de azúcares libres recomendado por la Organización Mundial de la Salud; por lo que es necesario cuidar su consumo; ya que los azúcares consumidos en forma líquida generan menor respuesta de saciedad y favorecen un balance energético positivo (Malik & Hu, 2022; Te Morenga *et al.*, 2013).

A diferencia de otras formulaciones desarrolladas en este proyecto, el perfil lipídico y proteico es muy bajo; ya que el consumo habitual de bebidas azucaradas incrementa el riesgo de síndrome metabólico y diabetes tipo 2, incluso cuando el índice de masa corporal se controla estadísticamente (Malik *et al.*, 2010; Imamura *et al.*, 2015). Aunque el jarabe de aguamiel pueda contener trazas de compuestos bioactivos derivados del agave, estos no compensan los efectos metabólicos adversos asociados con una alta ingesta de azúcares simples (Stanhope, 2016).

6.1.9. Elaboración de yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla

El yogurt presenta una composición mixta (figura 11); principalmente su aporte proteico y un contenido elevado de azúcares. El producto no rebasa lo establecido para alimentos sólidos en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010; sin embargo, su contenido de azúcares representa el 78 % del límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud; tal como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Composición nutrimental de yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla

Nutriente	Por porción (125 g)	Por 100 g
Energía	166 kcal (696 kJ)	133 kcal (557 kJ)
Proteínas	9.4 g	7.5 g
Grasas totales	5.2 g	4.2 g
Carbohidratos	19.4 g	15.5 g
Azúcares	19.4 g	15.5 g



Figura 11. Yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla

El consumo elevado de azúcares en productos lácteos puede contrarrestar los beneficios atribuidos al yogurt natural, particularmente en relación con control de peso y sensibilidad a la insulina (Malik & Hu, 2022; Te Morenga *et al.*, 2013).

No obstante, a diferencia de bebidas azucaradas o postres con bajo valor proteico, esta formulación aporta 7.5 g de proteína, lo que constituye el 18–20 % de la ingesta diaria recomendada para un adulto, contribuyendo a mayor saciedad y mejor regulación del apetito, efecto respaldado por estudios que demuestran que los productos lácteos ricos en proteína pueden favorecer el control del peso corporal cuando se integran en dietas equilibradas (Leidy *et al.*, 2015).

El contenido de grasa total es moderado derivado en su mayoría de grasa láctea; y han mostrado una asociación neutra o incluso protectora respecto a riesgo cardiovascular cuando se consumen en su forma natural y no altamente azucarada (Astrup *et al.*, 2019).

6.1.10 Elaboración de flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel

La composición nutricional del flat bread (figura 12), se muestra en la Tabla 12. Desde el punto de vista nutricional presenta una densidad energética moderada con respecto al contenido de azúcares ya que representa más del 50 % del límite ideal de 25 g/día de azúcares libres recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Lo anterior también se debe a la incorporación de jarabe de aguamiel en la reducción balsámica incrementa la fracción de azúcares libres en una matriz como la harina de trigo, lo cual puede contribuir a una carga glucémica significativa. Un consumo elevado de una preparación como esta es que hay un mayor riesgo de resistencia a la insulina y enfermedad cardiometabólica (Malik & Hu, 2022).

Tabla 12. Composición nutrimental de flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel

Nutriente	Por porción (100 g)
Energía	247 kcal (1034 kJ)
Proteínas	6.8 g
Grasas totales	6.3 g
Grasas saturadas	1.8 g
Carbohidratos	40.5 g
Azúcares	14.3 g



Figura 12. Flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel

El contenido de grasa es relativamente bajo en comparación con otras formulaciones analizadas, representando aproximadamente el 6.5 % del aporte

energético total, cifra que se mantiene dentro del límite recomendado de <10 % del VCT por la Organización Mundial de la Salud y la Food and Agriculture Organization. Una reformulación que busque la sustitución parcial de harina refinada por harinas integrales podría mejorar para cumplir las recomendaciones internacionales de salud pública.

6.1.11 Elaboración de salmón en costra de jarabe de aguamiel

La composición nutrimental del salmón (figura 13), se muestra en la Tabla 13. Desde una perspectiva nutricional aporta nutrientes de alta calidad biológica característicos del pescado graso; por otro, una concentración importante de carbohidratos relevante derivada de la costra dulce. En términos de densidad energética, el producto no supera lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

Tabla 13. Composición nutrimental del salmón en costra de jarabe de aguamiel.

Nutriente	Por porción (≈750 g)	Por 100 g
Energía	1400 kcal (5860 kJ)	187 kcal (782 kJ)
Proteínas	68.8 g	9.2 g
Grasas totales	56.0 g	7.5 g
Grasas saturadas	19.1 g	2.5 g
Carbohidratos	158.8 g	21.2 g
Azúcares	49.5 g	6.6 g



Figura 13. Salmón en costra de jarabe de aguamiel

El contenido proteico es elevado, lo cual es consistente con la calidad nutricional del salmón como fuente de proteína completa y ácidos grasos omega-3 de cadena larga, que tiene efectos cardioprotectores y antiinflamatorios (Mozaffarian & Rimm, 2006). La grasa total representa aproximadamente el 12 % del valor energético total, ligeramente superior al límite recomendado de <10 % del valor calórico total establecido por la Organización Mundial de la Salud y la Food and Agriculture Organization (Mensink *et al.*, 2016).

6.2 Evaluación Sensorial afectiva de los productos elaborados

La evaluación hedónica de los once productos formulados con jarabe de aguamiel evidenció una aceptación general positiva, con una media global de 5.55 en una escala de 7 puntos, lo que corresponde a una percepción entre “me agrada ligeramente” y “me agrada mucho”; tal como se muestra en la Tabla 14. Ningún producto obtuvo puntuaciones bajas, lo cual confirma ausencia de rechazo Sensorial y sugiere viabilidad gastronómica del ingrediente en múltiples matrices alimentarias.

Tabla14. Evaluación hedónica de productos elaborados

Producto	Apariencia (1-7)	Aroma (1-7)	Sabor (1-7)	Textura (1-7)	Calidad global (1-7)
Queso para untar con jarabe de aguamiel y arándanos	5	5	6	4	5
Granola formulada con jarabe de aguamiel	6	6	5	5	6
Mantequilla para untar con jarabe de aguamiel	6	6	6	4	5
Conserva de frutas deshidratadas en jarabe de aguamiel	6	6	5	5	5
Pastel de carne con salsa de jarabe de aguamiel	7	7	7	5	6
Syrup especiado formulado con jarabe de aguamiel	5	5	5	5	5
Galletas saladas con crema dulce de pescado y jarabe de aguamiel	6	6	6	5	5
Té helado endulzado con jarabe de aguamiel	7	7	6	7	6
Yogurt sabor jarabe de aguamiel y vainilla	7	7	7	7	6
Flat bread con reducción balsámica de jarabe de aguamiel	6	5	6	6	6
Salmón en costra de jarabe de aguamiel	7	6	6	7	6

n=30

En los productos lácteos, se observó una elevada aceptación en sabor, particularmente en el yogurt, que alcanzó puntuaciones altas en apariencia, aroma, sabor y textura. Esto se debe a la interacción entre dulzor y acidez láctica ya que aumenta la cremosidad percibida en productos fermentados, mejorando la respuesta hedónica (Lawless & Heymann, 2010; Ares & Jaeger, 2015).

En otros productos como el queso y la mantequilla, la textura presentó valores menores, debido a que la incorporación de sólidos solubles del jarabe puede

modificar la red proteína–grasa, afectando la firmeza y la untabilidad (Tamime y Robinson, 2007).

En productos como la granola y flat bread, la aceptación global fue alta, destacando la apariencia. Lo anterior puede atribuirse al efecto de caramelización y reacción de Maillard promovido por los azúcares reductores presentes en el jarabe de aguamiel (Martins *et al.*, 2000; Nursten, 2005).

Los productos como el pastel de carne, salmón glaseado y galletas con crema de pescado mostraron alta aceptación en apariencia y sabor, lo que indica excelente aceptación del contraste dulce–salado.

El glaseado con jarabe favoreció la caramelización superficial y el desarrollo de compuestos aromáticos derivados de reacciones de Maillard y degradación térmica de azúcares, que se origina en productos cárnicos (Mottram, 1998).

El té helado alcanzó puntuaciones elevadas en todos los atributos; ya que el dulzor reduce la percepción de amargor y astringencia en bebidas ricas en compuestos fenólicos, como el té negro (Keast & Breslin, 2003). En este sentido, el jarabe actuó como modulador Sensorial, mejorando la palatabilidad. Por último, las conservas mostraron aceptación moderada.

En términos globales, el atributo mejor evaluado fue la apariencia, seguido de aroma y sabor (5.91), mientras que la textura presentó la media más baja (5.45). Este patrón indica que el jarabe de aguamiel aporta beneficios Sensoriales principalmente visuales y aromáticos, asociados a coloración, brillo y complejidad olfativa, mientras que su impacto estructural requiere ajustes tecnológicos específicos dependiendo de la matriz.

7. Conclusiones

El análisis nutrimental de los productos que incorporan jarabe de aguamiel evidenció que, aunque el ingrediente aporta versatilidad tecnológica y aceptación Sensorial, su incorporación incrementa de manera significativa la fracción de azúcares libres.

Las formulaciones lácteas y cárnicas presentaron contenidos elevados de grasa, superando en algunos casos las recomendaciones internacionales. En contraste, preparaciones como la conserva de frutas, el flat bread y el salmón mostraron perfiles más equilibrados en términos de grasa, destacando el salmón por su aporte proteico de alta calidad biológica y lípidos con potencial efecto cardioprotector.

No obstante, desde el punto de vista Sensorial, todas las formulaciones mostraron adecuada aceptación hedónica, confirmando la viabilidad gastronómica del jarabe de aguamiel. Los atributos mejor evaluados fueron apariencia, aroma y sabor, asociados a fenómenos de caramelización, reacciones de Maillard y dulzor.

El jarabe de aguamiel posee alto potencial en la gastronomía, pero su aplicación en el desarrollo de alimentos debe acompañarse de estrategias de reformulación orientadas a la reducción de azúcares libres y control de densidad energética.

8. Referencias

- Aguilar-Juárez O., Enríquez del Valle J. R., Rodríguez-Ortiz G., Granados-Sánchez D., Martínez-Cerero J. A. (2014). El maguey pulquero en México: Importancia y aprovechamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1121–1134.
- Akhlaghi M., Foshati S. (2017). Biodisponibilidad y metabolismo de los flavonoides: una revisión. *Revista internacional de ciencias de la nutrición*, 2 (4), 180-184
- Alfaro-Rojas G., Legaria-Solano J. P., Rodríguez-Pérez J. E. (2007). Diversidad genética en poblaciones de agaves pulqueros (*Agave spp.*) del nororiente del Estado de México. *Fitotecnia Mexicana*, 30(1), 1-12.
- Ávila-Lara D., Rubio-Ríos A., Rosales-Marines L. Solanilla-Duque J. F., Flores-Gallegos A. C., Rodríguez-Herrera R. (2021). Optimización de parámetros de un evaporador de simple efecto para la producción de jarabe de agave. *Revista DYNA*. 88(219), 118-122.
- Cárdenas-Mazón N. V., Cevallos-Hermida C. E., Salazar-Yacelga J. C., Romero-Manchado E. R., Gallegos-Murillo P. L., Cáceres-Mena M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253-263.
- Castañeda-Ovado A., Moreno-Vilet L., Jaimez-Ordaz J., Ramírez-Godínez J., Pérez-Escalante E., Cruz-Guerrero A. E., Contreras-López E., Alatorre-Santamaría S. A., Guzmán-Rodríguez F. J., González-Olivares L. G. (2023). Aguamiel syrup as a technological diversification product: Composition, bioactivity and present panorama. *Future Foods*, 8(1), 1-12.
- Figueredo-Urbina C. J., Arce-Cervantes O., Castañeda-Ovando A. (2024). Diversidad de agaves utilizados para la producción de jarabe de aguamiel en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica*, 58(1), 265-290.
- Flores-Morales A., Castañeda-Hidalgo E., Sánchez-Pérez F. J., Romero-Aguilar L., Ruix-Luna J. (2009). Mecanismos de conservación y uso del

maguey pulquero *Agave salmiana* en el Altiplano Mexicano. *SOMAS AC*, 6(1), 1-10.

- González-Montemayor, A. M., Solanilla-Duque J. F., Flores-Gallegos A. C., Serrato-Villegas L. E., Morales-Castro J., González-Herrera S. M., Rodríguez-Herrera R. (2022). Temperature effect on sensory attributes, thermal and rheological properties of concentrated aguamiel syrups of two Agave Species *Measurement Food*, 7(100041), 1-8
- Guevara-García D., Pérez-Flores J. G., García-Curiel L., Contreras-López E., Jaimez-Ordaz J., Cruz-Guerrero A. E. (2026). Aguamiel como edulcorante natural: revisión narrativa de sus propiedades nutricionales, glicémicas y tecnológicas frente a otros endulzantes. *XIKUA Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, 14(27), 66–80.
- Guzmán-Pedraza R., Contreras-Esquivel J. C. (2018). Aguamiel y su fermentación: Ciencia más allá de la tradición. *Mexican Journal of Biotechnology*, 3(1), 1-22.
- Hernández-Ramos, L., García-Mateos R., Ybarra-Moncada M. C., Colinas-León M. T. (2020). Valor nutricional y actividad antioxidante del jarabe de maguey (*Agave salmiana* y *A. mapisaga*) obtenido a través de tres tratamientos. *Notulae Botanicae HortiAgrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1306-1316.
- Higuera-Orbe C. L., García-Barrón S. E., Moreno-Vilet L. (2025). La importancia del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en la alimentación y soberanía alimentaria. *Enfoques Transdisciplinarios: Ciencias y Sociedad*, 3(1), 235-248.
- ISO. (2014). *ISO 11136:2014. Sensory analysis — Methodology — General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area*. International Organization for Standardization.
- Lustre H. (2022). Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista Digital Universitaria*, 23(2), 1-4

- Martínez-Flórez S., González-Gallego J., Culebras J. M., Tuñón M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17(6), 271-278.
- Mandujano-Bueno A., Pons-Hernández J. L., Paredes-Melesio R., García-Meza P. (2018). Diversidad genética de maguey (*Agave spp.*) en las sierras y llanuras del norte de Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 511-523.
- Martínez-Valverde I., Periago M. J., Ros G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(1), 5-18.
- Martins, S. I. F. S., et al. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9–10), 364–373.
- Medina-Mendoza C., Roldán-Cruz E. I., Vázquez-Jahuey M. (2022). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del aguamiel y pulque del Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 1(1), 449-462.
- Medina-Mendoza C., Roldán-Cruz E. I., Vázquez-Jahuey M. (2022). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del aguamiel y pulque del Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 1(1), 449-462.
- Moreno-Vilet L., Trinidad D. (2020). La miel de maguey un producto artesanal para impulsar el cultivo de una planta ancestral. *TecnoAgave*, 66(1) 4-8.
- Murray J. M., Delahunty C. M., Baxter I. A. (2002). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*, 34(6), 461-471.
- NOM-003-SAGARPA-2016. Relativa a las características de sanidad, calidad agroalimentaria, autenticidad y evaluación de la conformidad del jarabe de agave.
- Ramírez-Navas. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ReCItela*, 12(1), 84 - 102.

- Real Academia Española. (2024). Aguamiel. En Diccionario de la lengua española. 23ª ed., Disponible en <https://dle.rae.es>.
- Romero-López M. R., Osorio-Díaz P., Flores-Morales A., Robledo N., Mora-Escobedo R. (2015). Composición química, capacidad antioxidante y el efecto prebiótico del aguamiel (*Agave atrovirens*) durante su fermentación *in vitro*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(2), 281-292.
- Salazar-Duque D. A. (2019). Aplicabilidad de cuestionarios aplicados a pruebas sensoriales gastronómicas orientados al producto y al consumidor. *Innova Research Journal*, 4(3), 116-130.
- Sánchez V. Esparza L., Ortega J., García P. (2025). Donde el maguey acompaña la vida: territorio, sequía y memoria comunitaria en el Valle del Mezquital. *Reincisol*, 4(7), 3691-3714.
- Sancho J., Bota E., De Castro J.L. (2002) Introducción al análisis sensorial de los alimentos. *Alfaomega*, México
- Santos-Zea L., Leal-Díaz A. M., Jacobo-Velázquez D. A., Rodríguez-Rodríguez J., García-Lara S., Gutiérrez-Urbe, J. A. (2016). Characterization of concentrated agave saps and storage effects on browning, antioxidant capacity and amino acid content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 45(1), 113–120
- Soto-Alarcón J. M., González-Gómez D. X., Castañeda-Ovando A. (2022). Hacer comunes con el maguey pulquero en Hidalgo, México. *Hatso Hnini Revista de Investigación de Paisajes y Espacio Construido*, 1(2), 1-18.
- Surendraraj A., Sabeena K. H., Anandan R. (2013). Antioxidant Potential of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*): In Vitro Antioxidant Activity and Phenolic Composition. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(1), 11-26.
- Świąder K., Marczevska M. (2021). Trends of Using Sensory Evaluation in New Product Development in the Food Industry in Countries That Belong to the EIT Regional Innovation Scheme. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(2), 1-18.

- Vera Morales J. M., Vargas Hernández M., Dector Espinoza, A., Amaya Cruz D. M. (2024). Aguamiel y pulque: más que bebidas tradicionales. *Perspectivas De La Ciencia Y La Tecnología*, 7(12), 40-51.
- Villanueva D. M., López C., Palma F. (2023). Las saponinas de los agaves y su naturaleza citotóxica, usos y potencialidades. *Revista del Centro de Graduados e Investigaciones, Instituto Tecnológico de Mérida*, 38(99), 157-162.
- Wang Y., Gallegos J. L., Haskell-Ramsay C., Lodge J. K. (2022). Effects of Blueberry Consumption on cardiovascular health in healthy adults: A cross-Over randomized controlled trial. *Nutrients*. 14(2562), 1-14.
- World Health Organization (WHO). (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children. WHO.
- World Health Organization (WHO). (2015). Guideline: Sugars intake for adults and children. WHO.
- WHO & FAO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916.