

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Facultad de Ingeniería

**DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

Desarrollo de una bebida en polvo de alto contenido en fibra a partir del bagazo de mango Manila (*Manguifera indica L.*).

**TESIS**

Que como parte de los requisitos que para obtener el grado de:

**MAESTRO EN DISEÑO E INNOVACIÓN**

**P R E S E N T A:**

Lic. ALMA KAREN BURGOS ARAIZA

**DIRIGIDA POR:**

DRA. MARCELA GAYTÁN MARTÍNEZ

**CO-DIRIGIDA POR:**

DRA. AUREA KARINA RAMÍREZ JIMÉNEZ

Santiago de Querétaro, noviembre 2018



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Diseño e Innovación

Desarrollo de una bebida en polvo de alto contenido en fibra a partir del bagazo de mango Manila (*Manguifera indica L.*).

Opción de titulación  
**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestría en Diseño e Innovación de Producto

**Presenta:**

Lic. Alma Karen Burgos Araiza

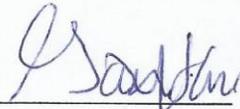
**Dirigido por:**

Dra. Marcela Gaytán Martínez

**Co-dirigido por:**

Dra. Aurea Karina Ramírez Jiménez

Dra. Marcela Gaytán Martínez  
Presidente

  
Firma

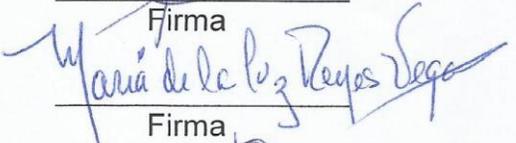
Dra. Aurea Karina Ramírez Jiménez  
Secretario

  
Firma

Dra. Margarita Contreras Padilla  
Vocal

  
Firma

Dra. María de la Luz Reyes Vega  
Suplente

  
Firma

M.I. José Omar Valencia Hernández  
Suplente

  
Firma

  
Dr. Manuel Toledano Ayala  
Director de la Facultad de Ingeniería

  
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
Director de Investigación y Posgrado

## RESUMEN

En la actualidad existen gran cantidad de padecimientos que se ha encontrado, se encuentran relacionados con un dieta inadecuada y falta de actividad física. Dentro de una dieta adecuada, se recomienda incluir 30 g de fibra diaria. En distintas investigaciones se ha demostrado que la fibra tiene un efecto benéfico, positivo y funcional sobre la digestión, por lo que, su consumo, promueve la disminución del riesgo de padecer enfermedades no transmisibles (como diabetes, obesidad y sobrepeso); así como de controlar los niveles de glucosa en sangre con su ingesta, a partir de un bajo índice glucémico. En la industria del procesamiento del mango, del 40 al 60 del fruto es desechado (hueso, cáscara y bagazo), provocando contaminación y pérdidas económicas. De acuerdo con investigaciones recientes, el bagazo es fuente de fibra y compuestos antioxidantes, por lo que se busca darle un valor agregado. México ocupa el primer lugar a nivel mundial en consumo de bebidas no alcohólicas per cápita por año; los cuales tienen una alta concentración de azúcar. Dentro del mercado no existen bebidas de consumo regular que sean consideradas como fuente de fibra. Es por esto, que el objetivo del presente trabajo fue elaborar un concentrado en polvo a base de bagazo de mango que sea alto en fibra, para preparar una bebida. Para ello se realizó: la caracterización de materia prima, formulación de la bebida, análisis microbiológicos, análisis proximal y sensorial de la bebida, y validación del producto a través de una evaluación de intervención de la bebida para determinar su índice glucémico. Además, se diseñó la marca y se eligió el envase adecuado para el producto. De la misma manera, se llevó a cabo una proyección financiera del proyecto, para evaluar su potencial en el mercado. Con todo lo anterior, se logró desarrollar una bebida que aporta 9 g de fibra por porción; además, de no presentar diferencias significativas en la aceptación por parte de los consumidores, respecto a un control comercial. El concentrado en polvo para elaborar una bebida adicionada con bagazo de mango, presentó un índice glucémico bajo. Por lo que, el bagazo de mango es una alternativa viable para aportar fibra en la dieta del consumidor y una nueva alternativa de bebidas con potencial funcional para el mercado mexicano.

**Palabras clave:** bagazo, bebida, fibra, índice glucémico, análisis sensorial, superficie de respuesta

## ABSTRACT

Currently there are many conditions that have been found, are related to an inadequate diet and lack of physical activity. Within a proper diet, it is recommended to include 30 g of fiber daily. In different researches it has been shown that fiber has a beneficial, positive and functional effect on digestion, so, its consumption, promotes the reduction of the risk of suffering from non-contagious diseases (such as diabetes, obesity and overweight); as well as controlling blood glucose levels with their intake, from a low glycemic index. In the mango processing industry, from 40 to 60 of the fruit is discarded (bone, peel and bagasse), causing pollution and economic losses. According to recent research, bagasse is a source of fiber and antioxidant compounds, so it is sought to give added value. Mexico occupies the first place in the world in consumption of non-alcoholic beverages per capita per year; which have a high concentration of sugar. Within the market there are no regular consumption beverages that are considered as a source of fiber. That is why, the objective of this work was to prepare a concentrate powder based on mango bagasse that is high in fiber, to prepare a beverage. For this, the following was carried out: raw material characterization, beverage formulation, microbiological analysis, proximal and sensory analysis of the beverage, and product validation through an intervention evaluation of the beverage to determine its glycemic index. In addition, the brand was designed and the right packaging for the product was chosen. In the same way, a financial projection of the project was carried out, to evaluate its potential in the market. With all the above, it was possible to develop a beverage that provides 9 g of fiber per serving; in addition, of not presenting significant differences in the acceptance on the part of the consumers, with respect to a commercial control. The concentrate powder to make a beverage added with mango bagasse presented a low glycemic index. Therefore, mango bagasse is a viable alternative to provide fiber in the consumer's diet and a new beverage alternative with functional potential for the Mexican market.

**Key words:** bagasse, beverage, fiber, glycemic index, sensorial analysis, surface response

## DEDICATORIAS

A Cristian Mendoza, el amor de mi vida, por apoyarme y siempre estar pendiente de mí, tanto laboral, escolar y personalmente.

A mis padres, Angélica Araiza y Alejandro Burgos, por siempre apoyarme y siempre esperar más de mí, lo que me llevaba a superarme cada día.

A mi hermano, por apoyarme a su manera y por estar ahí cuando lo necesité.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Marcela Gaytán Martínez no sólo por el apoyo brindado a lo largo del desarrollo del proyecto, sino también por escucharme y brindarme el espacio para expresarme y desarrollarme mejor como persona y alumna, cuando lo necesité.

A la Dra. Aurea Karina Ramírez Jiménez, la Dra. Margarita Contreras Padilla, la Dra. Luz María Reyes Vega y el Dr. José Omar Valencia Hernández por ser mis guías y por todas aquellas veces que tuve dudas y con gusto me ayudaron a resolverlas, y gracias, por todo el apoyo incondicional brindado durante todo este tiempo.

A todos los compañeros encargados de laboratorios que siempre me ayudaron cuando algo se me atoraba y me apoyaban en buscar solución a mis dilemas, muchas gracias a Jonathan Ramírez González, Mtra. Adriana Chico Peralta, Dra. Astrid Domínguez Uscanga y Mtra. Cecilia Guadalupe Sánchez Cortez.

A Fátima y Héctor, del CAIDEP, que siempre estuvieron ahí para auxiliarme amablemente cuando necesitaba en préstamo algún equipo, material, reactivo o espacio para trabajar.

A Guanda, Lupita, Edgar, Pame y Montse mis compañeros de la misma línea terminal de la maestría y que siempre se mostraban abiertos a ayudarme a llevar a cabo mis proyectos, y por ser siempre amigos y hacerme los días más alegres con sus chistes.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por ser mi casa durante todo este tiempo y por permitirme usar las instalaciones para el desarrollo de la investigación.

Al CONACYT, por la oportunidad brindada para poder superarme y haberme permitido estudiar y concluir una maestría, un logro más en mi vida.

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 BEBIDAS .....	3
2.1.1 <i>Tipos de bebidas</i> .....	4
2.1.2 <i>Consumo de bebidas en México</i> .....	6
2.1.3 <i>Medidas tomadas por parte del gobierno para disminuir el consumo de bebidas azucaradas</i> .....	9
2.2 BEBIDAS SALUDABLES .....	10
2.2.1 <i>Alimentos funcionales en el mercado</i> .....	12
2.2.1.1 Fibra dietética .....	15
2.3 MANGO .....	20
2.3.1 <i>Partes del mango</i> .....	23
2.3.1.1 Sub-productos.....	24
<b>3. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>29</b>
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
3.2 JUSTIFICACIÓN .....	30
3.3 HIPÓTESIS.....	31
3.4 OBJETIVO GENERAL .....	31
3.5 OBJETIVOS PARTICULARES .....	32
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
4.1 MATERIALES .....	32
4.1.1 <i>Materia prima</i> .....	32
4.1.1.1 Bagazo de mango manila .....	32
4.1.1.2 Aditivos .....	33
4.2 MÉTODOS .....	33
4.2.1 <i>Esquema general de experimentación en el desarrollo y optimización de la bebida</i> ...	33
4.2.2 <i>Estudio de prefactibilidad de la bebida</i> .....	35
4.2.2.1 Estudio de mercado y comportamiento del consumidor.....	35
4.2.3 <i>Formulación, estandarización y optimización del polvo para preparar la bebida</i> .....	36
4.2.3.1 Estandarización del proceso de deshidratado del bagazo .....	36

4.2.3.2	Determinación de contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble del bagazo .....	37
4.2.3.3	Experimentación para la formulación base de la bebida .....	37
4.2.3.4	Análisis sensorial .....	39
4.2.4	<i>Determinación de vida de anaquel</i> .....	44
4.2.4.1	Isoterma de sorción .....	44
4.2.4.2	Determinación de vida de anaquel con envase .....	46
4.2.5	<i>Análisis bromatológicos del polvo</i> .....	47
4.2.6	<i>Efecto de la bebida optimizada sobre los niveles de glucosa en sangre y la determinación de su índice glucémico</i> .....	47
4.2.6.1	Sujetos .....	47
4.2.6.2	Diseño del estudio .....	48
4.2.7	<i>Diseño de marca, empaque y etiqueta</i> .....	49
4.2.8	<i>Análisis y proyección financiera</i> .....	49
4.2.9	<i>Validación con el usuario de la bebida optimizada</i> .....	50
4.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	50
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>51</b>
5.1	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD .....	51
5.1.1	<i>Lluvia de ideas</i> .....	51
5.1.2	<i>Conceptualización</i> .....	53
5.1.3	<i>Identificación del mercado meta</i> .....	55
5.1.4	<i>Identificación de productos control y competencia en el mercado</i> .....	56
5.1.5	<i>Ingredientes</i> .....	59
5.1.6	<i>Ventajas del producto</i> .....	61
5.1.7	<i>Definir el tipo de desarrollo</i> .....	62
5.2	ESTUDIO DEL MERCADO Y COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR .....	62
5.3	FORMULACIÓN, ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL POLVO PARA PREPARAR LA BEBIDA.....	76
5.3.1	<i>Estandarización del proceso de deshidratado</i> .....	77
5.3.2	<i>Determinación de contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble</i> .....	77
5.3.3	<i>Experimentación para la formulación base de la bebida</i> .....	78
5.3.4	<i>Análisis microbiológico</i> .....	80
5.3.5	<i>Análisis sensorial</i> .....	80
5.3.5.1	Etapa 1 .....	80
5.3.5.2	Etapa 2 .....	82

5.3.5.3	Etapa 3 .....	89
5.4	DETERMINACIÓN DE VIDA DE ANAQUEL.....	92
5.4.1	<i>Isoterma de sorción</i> .....	92
5.4.2	<i>Determinación de vida de anaquel con envase</i> .....	93
5.5	ANÁLISIS PROXIMAL.....	94
5.6	DETERMINACIÓN DE ÍNDICE GLUCÉMICO .....	95
5.7	DISEÑO DE MARCA, EMPAQUE Y ETIQUETA .....	99
5.8	ANÁLISIS Y PROYECCIÓN FINANCIERA .....	106
5.9	VALIDACIÓN CON EL USUARIO DE LA BEBIDA OPTIMIZADA .....	108
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>111</b>
<b>8.</b>	<b>APÉNDICE .....</b>	<b>126</b>
8.1	ANEXO 1: GUIÓN DE DISCUSIÓN PARA FOCUS GROUP .....	126
8.2	ANEXO 2: FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	129
8.3	ANEXO 3: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL, ETAPA 1 .....	130
8.4	ANEXO 4: GUIÓN DE DISCUSIÓN DEL FOCUS GROUP DE VALIDACIÓN .....	131
8.5	ANEXO 5: CUESTIONARIO PREVIO SOBRE EL CONSUMO DE BEBIDAS ALTAS EN FIBRA .....	132
8.6	ANEXO 6: CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DEL PRODUCTO .....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones microbiológicas .....	4
Tabla 2. Alimentos con ingredientes funcionales añadidos .....	12
Tabla 3. Acciones que tienen en el organismo diferentes compuestos de la fibra	18
Tabla 4. Bromatológicos del mango .....	28
Tabla 5 Fibra dietaria total, insoluble, soluble y azúcares simples del bagazo de mango .....	28
Tabla 6 Edad y género de participantes del Focus Group .....	36
Tabla 7 Límite máximo de uso de los aditivos.....	38
Tabla 8 Formulaciones de la bebida .....	39
Tabla 9 Formulaciones para análisis sensorial.....	40
Tabla 10 Escala hedónica de nueve puntos.....	40
Tabla 11 Productos control: bebidas líquidas o en polvo .....	56
Tabla 12 Productos control: suplementos de fibra .....	57
Tabla 13 Producto control directo: bebida Fibré.....	58
Tabla 14 Ingredientes de productos comerciales .....	59
Tabla 15 Ingredientes de suplementos alimenticios .....	60
Tabla 16 Resumen de respuestas de ambos grupos del Focus Group.....	62
Tabla 17 Contenido de fibra soluble e insoluble del bagazo .....	78
Tabla 18 Formulaciones de la bebida .....	79
Tabla 19 Especificaciones microbiológicas para una bebida en polvo.....	80

Tabla 20 Análisis de resultados no paramétricos porqqa el método de Kruskal-wallis .....	81
Tabla 21 Efecto de las variables independientes sobre los sólidos disueltos (grados Brix) y el color de la bebida .....	85
Tabla 22 Parámetros por optimización estadística sobre viscosidad e índice de sedimentación .....	87
Tabla 23 Parámetros por optimización estadística sobre viscosidad e índice de sedimentación .....	90
Tabla 24 Resultados proximales bagazo y polvo para preparar la OB.....	94
Tabla 25 Análisis proximal de la OB y el control comercial .....	95
Tabla 26 Parámetros del análisis de índice glucémico para cada una de las soluciones .....	97
Tabla 27 Características del PET .....	102
Tabla 28 Características del LDPE .....	102
Tabla 29 Análisis de precio de venta para la OB.....	107
Tabla 30 Punto de equilibrio.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del mango .....	24
Figura 2 Diagrama general del desarrollo del concentrado en polvo .....	34
Figura 3 Formato encuesta análisis sensorial .....	44
Figura 4 Frascos para determinación del isoterma de sorción .....	46
Figura 5 Lluvia de ideas generada para una bebida rica en fibra a partir del bagazo de mango .....	52
Figura 6 Conceptualización de la bebida en polvo .....	54
Figura 7 ¿Qué es la fibra? .....	65
Figura 8 Fuentes de fibra .....	66
Figura 9 Consumo habitual de fibra .....	67
Figura 10 Productos ricos en fibra de acuerdo con el consumidor.....	68
Figura 11 ¿Qué les parecen estos productos?.....	69
Figura 12 Medidas para fomentar el consumo de productos ricos en fibra .....	70
Figura 13 ¿Qué productos compran más en tiendas de conveniencia?.....	71
Figura 14 Presentaciones en bebidas de mayor consumo.....	72
Figura 15 ¿Qué es el bagazo? .....	73
Figura 16 ¿Qué sabores combinan con mango en una bebida?.....	74
Figura 17 ¿Leen etiquetas de los productos? .....	75
Figura 18 Curva de pérdida de humedad del bagazo .....	77
Figura 19 Grupos en la formulación 1 de la bebida.....	79

Figura 20 Gráfica de araña de los resultados de las preguntas 1 a 5 .....	81
Figura 21 Diagramas de superficie de respuesta que muestran el comportamiento de la interacción entre CMC y goma xantana al 1% de dióxido de silicio, para la viscosidad (A) y el índice de sedimentación (B) .....	83
Figura 22 Resultados de la prueba de preferencia aplicada a las bebidas evaluadas en el análisis sensorial de la etapa 2.....	88
Figura 23 Principales razones de preferencia de la bebida control .....	89
Figura 24 Puntaje obtenido para cada una de las bebidas analizadas en el análisis sensorial de la etapa 3 .....	92
Figura 25 Isotherma .....	93
Figura 26 Curvas de glucosa postprandial después del consumo de la solución de glucosa, la bebida comercial y la bebida optimizada con bagazo de mango .....	96
Figura 27 Imagen de Plus + mango alto en fibra.....	100
Figura 28 Material tr laminado ideal para el envase del producto .....	101
Figura 29 Información del frente de la etiqueta con simbología .....	104
Figura 30 Etiquetado frontal de la OB .....	105
Figura 31 Información del reverso de la etiqueta con simbología .....	106
Figura 32 Información nutrimental de la OB .....	106
Figura 33 Temas relacionados con la salud que son del interés de los participantes .....	108

## **1. INTRODUCCIÓN**

México atraviesa una época en la que la calidad de la alimentación ha ido cambiando con el paso de los años, tener productos altamente procesados se ha vuelto cada día más fácil, práctico y a un menor costo (Monteiro et al., 2013). Actualmente, con la poca disposición de tiempo para cocinar, un gran sector de la población se ha visto impulsado a alimentarse de lo que está disponible en tiendas de conveniencia. Una alta proporción de estos productos son hipercalóricos, con un alto contenido de azúcares, grasas, sales y aditivos, que son perjudiciales para la salud, al ser consumidos en exceso (Langen et al., 2017); además, carecen de compuestos benéficos para la salud, como la fibra. Al observar este problema, algunos gobiernos han impulsado el desarrollo de productos con valor funcional para la salud (Hawkes et al., 2013).

El consumo de fibra recomendado para una buena salud digestiva es en promedio de 30 g al día para adultos. Aun así, en la actualidad los mexicanos consumimos apenas la mitad, lo cual, más allá de problemas de digestión como el estreñimiento (SEGOB, 2010), también acarrea graves problemas de salud, como cáncer, obesidad, sobrepeso y diabetes, que representan las principales causas de muerte en el país (INEGI, 2015). Respecto al tema del cáncer, 1 de cada 2 personas muere de un tipo de cáncer relacionado con el aparato digestivo, lo cual no es coincidencia. En cuanto a la diabetes, 9 de cada 100 personas mueren por esta razón (INEGI, 2017). Además, por si no fuera suficiente, para el 2016, el 72.5% de la población ya sufría de obesidad o sobre peso (Hernández Ávila et al., 2016). Todo esto es un panorama que depara un peor futuro para la población mexicana si no se toman medidas al respecto, pues año con año se ha observado un aumento de estas cifras.

Además del bajo consumo de fibra, el consumo de productos con alto contenido energético (proveniente en su mayoría de un alto porcentaje de azúcares en su formulación), también contribuye en gran medida al desarrollo de las

enfermedades mencionadas. México ocupa el primer lugar en consumo per cápita anual de refrescos a nivel mundial, consumo que en conjunto con otras bebidas azucaradas abarcan el 21% de la dieta total del mexicano. El sector de bebidas abarca jugos, refrescos, leche entera y alcohol, los cuales representan calorías añadidas a las consumidas por los alimentos (Velasco-Martinez, 2015). Para combatir todo esto, el primero de enero de 2014, en México se aprobó una ley en relación que aplica un impuesto del 10% sobre el contenido calórico, sin embargo, la reducción en el consumo reportado sólo fue de 12 mL por día (Stern et al., 2014). Esta reducción no es suficiente para combatir el problema de salud pública, por lo que se vuelve necesario el desarrollo de bebidas que más allá de ser bajas en calorías o endulzadas con edulcorantes naturales, también ayuden a prevenir enfermedades relacionadas con la salud digestiva.

Uno de los compuestos benéficos con mayor relevancia para la salud digestiva es la fibra, pues una de sus principales funciones es regular y mejorar la digestión, ayudando a que los desechos se aglomeren de una manera adecuada, mejorando el tránsito intestinal (fibra insoluble) lo cual ayuda a aliviar el estreñimiento. Por otro lado, retrasa y limita la digestión de ciertos compuestos como la glucosa y el colesterol (fibra soluble), que en exceso traen graves consecuencias para la salud; por lo que, un consumo regular de fibra es importante (Slavin, 2013).

La fibra dietaria es un compuesto que se encuentra por lo general en vegetales y cereales o granos enteros, y su funcionalidad tiene efectos sobre la fisiología digestiva, metabolismo de colesterol y el estado general de salud. Se ha demostrado en estudios previos, que la ingesta de fibra soluble modifica el metabolismo de la glucosa reduciendo los picos postprandiales de glucemia e insulinemia (índice glucémico), por lo que su consumo trae beneficios para aquellos que padecen diabetes (Luengo Fernández, 2007). Una fuente importante de fibra son los subproductos agroindustriales, como el bagazo de mango, pues se ha encontrado que contiene el 33.12% de fibra dietaria total, de la cual 19.43 es fibra

insoluble y el 13.68% fibra soluble (Hernández-Navarro, 2015), por lo que, al contener una proporción de ambos tipos de fibra, aporta los beneficios ya mencionados de cada una de ellas.

Por lo general, aquellos alimentos con bajo índice glucémico aumentan de una manera lenta los niveles de glucosa en sangre, contrario a los de alto índice glucémico que los aumentan rápidamente. Para los diabéticos, el consumo de alimentos de alto índice glucémico dificulta controlar su padecimiento. El índice glucémico se clasifica en tres categorías: alto (más de 70), moderado (69 – 55) y bajo (menos de 54) (Medline Plus, 2016).

Se ha encontrado en recientes investigaciones que un alto consumo de fibra, de al menos 30 g por día podría ayudar a luchar contra estas enfermedades, mejorando la digestión y modulando el índice glucémico (Terrones, 2013). Así que, la solución está en observar las necesidades de los consumidores, las problemáticas de salud actuales y, desarrollar un producto que contribuya a aumentar el consumo de fibra en nuestro país. En este caso se ha mostrado que en México existe una alta demanda de bebidas funcionales, mercado que se prevé crezca mucho más en los siguientes años (Vidal, 2016), por lo que la propuesta en el presente proyecto es el desarrollo de un polvo para preparar una bebida que cumpla con un alto nivel de aceptación por los consumidores y que sea funcional a partir de la fibra del bagazo de mango, ayudando a controlar los niveles de glucosa en sangre con su consumo. Además, observando la gran cantidad de desechos que se generan por las industrias productoras de pulpas (Sumaya-Martínez et al., 2012), se plantea utilizar bagazo de mango (residuo de la industria despulpadora de mango), en busca de disminuir esta cantidad de desperdicios, dándoles un uso.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Bebidas**

De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011 de productos y servicios en relación a bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína, y a sus especificaciones y disposiciones sanitarias; podemos establecer cuatro definiciones importantes. La primera, donde se establece que una bebida no alcohólica, es cualquier líquido, natural o transformado, que proporcione al organismo elementos para su nutrición. La segunda, que establece que, las bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, son aquellas a las que se les disminuyen, eliminan o adicionan uno a más nutrimentos, tales como hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales o fibras dietéticas.

Por otro lado, la tercera definición relevante, establece que las bebidas saborizadas no alcohólicas, son los productos elaborados por la disolución en agua para uso y consumo humano, con edulcorantes e ingredientes opcionales, adicionados o no de aditivos, que pueden estar o no carbonatadas, y que incluye bebidas para deportistas. Y, por último, la cuarta definición, establece que se le denomina polvo para preparar bebidas no alcohólicas, al producto con o sin azúcares, con o sin edulcorantes calóricos y no calóricos, adicionados o no de jugo, leche y aditivos para alimentos (Arriola-Peñalosa, 2012).

De acuerdo con la NOM-218-SSA1-2011, los polvos para preparar bebidas saborizadas no alcohólicas no deben exceder de 5% de humedad y además deberá contar con las siguientes especificaciones microbiológicas (Tabla 1).

**Tabla 1 Especificaciones microbiológicas**

Microorganismos	Límite máximo
Mesofílicos aerobios UFC/g	5000*
Coliformes totales NMP/g	<10
Escherichia coli NMP/g	<3**
Salmonella spp. en 25 g	ausente**

\*Para aquellos que contengan cacao o leche el límite máximo es de 7000 UFC/g. \*\*En aquellos productos que contengan cacao, huevo o leche (incluyendo sus derivados) (Arriola Peñalosa, 2012)

### 2.1.1 Tipos de bebidas

Según la Secretaría de Salud (SS), las bebidas se clasifican en seis categorías, tomando en cuenta su contenido energético, aporte nutricional y riesgos para la salud. A continuación, se muestra la clasificación iniciando con las bebidas más benéficas (1) a las menos benéficas (6):

- Nivel 1: agua potable.
- Nivel 2: leche semi (1%) y descremada y bebidas de soya sin azúcar adicionada.
- Nivel 3: café y té sin azúcar añadida.
- Nivel 4: bebidas no calóricas con edulcorantes artificiales (café, té y refrescos de dieta).
- Nivel 5: bebidas con alto valor calórico y beneficios a la salud limitados: sus nutrientes provienen en su mayor proporción de origen natural, pero son de alto contenido energético (más calorías en menos producto) y por lo general contienen menos fibra, vitaminas y minerales que la fruta entera (jugos 100% de fruta, leche entera, licuados de fruta con azúcar o miel, bebidas alcohólicas y bebidas deportivas).
- Nivel 6: bebidas con azúcar añadida y bajo contenido de nutrimentos (refrescos y otras bebidas con altas cantidades de azúcares añadidos, como jugos, aguas frescas, café y té).

Además, respecto al consumo de estas bebidas, la SS hace las siguientes recomendaciones para hombres y mujeres mayores de 19 años:

- Para mujeres: ingesta total por líquidos de 187 kcal, que son representados por 1 vaso de agua fresca con 5 g de azúcar, 2 tazas de café o té sin azúcar, ½ vaso de jugo o agua sin azúcar y 1 taza de leche baja en grasa (1%).
- Para hombres: ingesta total por líquidos de 231 kcal, que son representados por ½ cerveza (180 ml) o un vaso de vino tinto (100 ml), 2 vasos de agua fresca con 5 g de azúcar cada uno, 2 tazas de café o té sin azúcar, ½ vaso de jugo o agua sin azúcar y ½ taza de leche baja en grasa (1%) (Rivera et al., 2007).

La Academia Nacional de Medicina, menciona que así cómo no es saludable consumir bebidas azucaradas, tampoco es recomendable el consumo de bebidas con edulcorantes artificiales, pero que, en caso de consumirlas, no se deberá exceder de dos vasos al día (400 ml) (Bonvecchio Arenas et al., 2015). De acuerdo con la PROFECO, el exceso en el consumo de edulcorantes puede ser perjudicial para la salud, por lo que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecieron un índice de consumo seguro conocido como Ingesta Diaria Máxima Aceptable (IDA) donde se hacen las siguientes recomendaciones: para la sacarina el IDA es de 5 mg/kg de peso al día, para el aspartame es de 40 mg/kg de peso al día, para la sucralosa es de 5 mg/kg y para el acesulfame-K de 15 mg/kg (Aguilar, 2004).

Una dieta adecuada, no necesita incluir gran cantidad de líquidos, en especial líquidos con altos contenidos en azúcar, para lograr satisfacer las demandas de energía del día, pues la cantidad de azúcares que se adquieren de los alimentos es suficiente. Por tal motivo, el agua natural puede usarse para cubrir casi todas las necesidades de las personas sanas y se considera la bebida que se puede tomar en las cantidades que uno desee, pues no aporta energía. El agua natural, es la vía más saludable para mantener una correcta hidratación en el cuerpo, ya que este líquido es el responsable de los procesos cognitivos, de la regulación térmica, la función cardiovascular y la capacidad para el trabajo físico, entre otros (Bonvecchio-Arenas et al., 2015).

#### 2.1.2 Consumo de bebidas en México

En relación al consumo de bebidas no alcohólicas, México ocupa el primer lugar a nivel mundial en consumo de refrescos per cápita por año. Para 2012, se reportó que cada individuo consume en promedio 176.2 L al año, lo que se traduce en casi 483 mL por día, un 85.9% más que en Estados Unidos, y un 694% más que el promedio mundial que es de 22.2 L por año (Cabrera-Gaytán and Cruz-Patiño, 2017).

En México, el consumo de bebidas en la dieta cubre el 21% del total de energía consumida. La mayoría de estos líquidos se componen de bebidas azucaradas, jugos, refrescos, leche entera y alcohol, calorías añadidas a las consumidas por los alimentos, contribuyendo al sobrepeso y a la obesidad que son factores de riesgo de enfermedades no transmisibles. En los últimos años, el consumo de calorías a través de bebidas azucaradas se ha incrementado, de 100 Kcal (en 1999) a 300 Kcal por día (en 2006) (Rivera et al., 2008) y para 2012, de acuerdo con ENSANUT, el consumo *per cápita* de azúcares totales fue de 199.38 Kcal, de los cuales los azúcares añadidos provenientes de bebidas representaron 167.03 Kcal (Velasco-Martinez, 2015). De acuerdo con las cifras presentadas por ENSANUT (2016) a nivel nacional, el 85.3% de la población de adultos mayores de 20 años consumen bebidas no-lácteas endulzadas y el 24.1% bebidas lácteas endulzadas. Además, referente a la frecuencia de consumo de bebidas azucaradas en la población mexicana de 20 a 59 años, el 39.1% consume bebidas de este tipo diariamente, el 33.2% las consume varias veces a la semana, el 18.7% una a tres veces por mes y, el 9% menos de una vez al mes o nunca (Hernández-Ávila et al., 2016). Es más fácil ingerir más calorías de bebidas azucaradas que de alimentos sólidos. Por lo tanto, es importante recurrir a nuevas bebidas sin azúcar añadido o endulzado con sustitutos que no contribuyen con calorías.

Entre el 2000 y el 2010, la fruta fresca aumentó su precio en un 124%, mientras que los refrescos tan sólo un 58%. Al no tener un incremento significativo en el precio de los refrescos, se fomenta su comercialización y consumo en grandes volúmenes. El precio por litro se reduce casi a un tercio conforme aumenta el contenido de las botellas que se venden a los minoristas (Rivera Dommarco et al., 2013). En contraste, para el 2016, de acuerdo con El Economista, el precio de las frutas y verduras aumentó en un 27.3% respecto al 2015 (Jardón, 2016); mientras que, Coca-Cola Femsa, líder nacional en venta de refrescos, tan sólo aumentó sus precios un 6.1% en 2016, en comparación con 2015 (Pallares-Gómez, 2016).

Respecto a los azúcares en los alimentos, estos se clasifican en intrínsecos (azúcares naturales, propios del alimento) y extrínsecos (o añadidos, contenidos por lo general en bebidas comerciales) (Ruíz and Varela-Moreiras, 2017). De acuerdo con la OMS, el consumo de estos azúcares añadidos se debe restringir, pues un alto consumo acarrea problemas graves de salud, por lo que, el aumento del precio de alimentos que contienen azúcares intrínsecos, como las frutas y verduras, provoca una reducción en su consumo y un aumento en la ingesta de azúcares añadidos por la población, pues se encuentran en bebidas comerciales azucaradas, que son de menor precio (Rivera Dommarco et al., 2013).

De acuerdo con ENSANUT (2016), el 93% de los encuestados está de acuerdo en que consumir bebidas azucaradas favorece el desarrollo de la diabetes. Las bebidas no alcohólicas y otras bebidas endulzadas pueden contribuir al riesgo de diabetes tipo 2 y obesidad. En China, un estudio indicó que las personas que consumen  $\geq 2$  refrescos por semana presentaron un mayor riesgo relativo de padecer diabetes tipo 2 en comparación con aquellos que rara vez consumían refrescos. Del mismo modo, el consumo de  $\geq 2$  bebidas de jugo (de frutas o verduras) por semana, se asoció con un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (Odegaard et al., 2010).

En la misma línea de ideas, en 2016 se realizó un estudio en personas de  $\geq 1$  año, para determinar los porcentajes de energía consumida en la dieta a partir de productos que contienen altos niveles de grasas saturadas y/o son adicionados con azúcares (High in Saturated Fat and/or Added Sugar, por sus siglas en inglés HSFAS). En este estudio se reportó la mayor ingesta de HSFAS en el almuerzo (16-23% más que en los aperitivos de media tarde) y la menor ingesta durante el desayuno (16-29% menos que en los aperitivos de media tarde). También se reportó que una persona al estar sentada comiendo, ingiere el 5.3-14% más de HSFAS si lo hace viendo la televisión. Al comparar el consumo de los HSFAS al comer en casa o en la calle, el porcentaje fue de 12-26% mayor al comer en la calle. El

porcentaje de energía obtenido de bebidas con azúcar adicionada fue de 3.4-6.0% mayor en la escuela y 2.9-15% más en el trabajo (Batis et al., 2016a).

Desde la perspectiva socio-cultural de la ciudad de México, al analizar el consumo de bebidas azucaradas por niños de entre 9 y 10 años de edad, los resultados arrojaron que, en primera instancia, respecto al consumo de agua natural, hay una inexistente conceptualización de esto, donde creen que sólo se debe consumir al hacer deporte, contrario al consumo de bebidas azucaradas, que según ellos se pueden consumir en todo momento. En segundo lugar, se encontró que el consumo está relacionado, en parte con la vida social de los chicos, donde acostumbran comer alimentos salados acompañados de una bebida azucarada (Théodore et al., 2012).

En 2016 se llevó a cabo una investigación para estimar los porcentajes de consumo de ciertos grupos de alimentos por parte de la población mexicana. Las personas estudiadas fueron hombres y mujeres de  $\geq 5$  años de edad. Los resultados arrojaron que sólo del 10-22% no excedía el límite de consumo recomendado de bebidas azucaradas, lo que implica que la mayoría de la población, en efecto, excede el límite de consumo de estas bebidas en su dieta (Batis et al., 2016b).

### 2.1.3 Medidas tomadas por parte del gobierno para disminuir el consumo de bebidas azucaradas

El primero de enero de 2014, en México se aprobó la ley sobre impuestos del 10% a bebidas azucaradas. De 1999 a 2012, el total de calorías ingeridas a partir de bebidas aumentó en 45.3 Kcal por día, en niños de 5 a 11 años. En mujeres de 12 a 19 años aumentó 57.3 Kcal y, en mujeres adultas de 20 a 49 años aumentó 96.4 Kcal. Las bebidas que incrementaron su consumo fueron: leche saborizada y agua de frutas frescas. Entre los niños de 5 a 11 años y las mujeres de 12 a 19 años, incrementó el consumo de bebidas a base de fruta. En el caso de las mujeres adultas de 20 a 49 años, lo que incrementó fue el consumo de café y té calóricos, refrescos y agua fresca. Para 2012, las 3 bebidas más consumidas por niños de 1 a 19 años fueron leche saborizada, refrescos y leche entera; y por su parte, las 3

bebidas más consumidas por adultos de  $\geq 20$  años fueron refrescos, café y té calóricos y agua fresca (Stern et al., 2014).

En un estudio observacional realizado de enero de 2012 a diciembre de 2014 se encontró que el impuesto a las bebidas azucaradas provocó una reducción en su consumo per cápita de 12 mL por día, por el contrario, en relación a las bebidas sin impuestos (sin azúcar añadida), el consumo aumentó en 36 mL per cápita por día (Colchero et al., 2016). Aunque este impuesto no resultó favorable en su totalidad, pues aquellas personas de bajos recursos, que son las que más consumen productos procesados, se vieron en la necesidad de gastar más dinero en esos productos por el mismo volumen, afectando sus adquisiciones en relación a la canasta básica (Cabrera-Gaytán and Cruz-Patiño, 2017).

## 2.2 Bebidas saludables

Al observar el aumento en las tendencias de las tasas de morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), como obesidad, sobrepeso, diabetes y cáncer, los expertos en ciencias médicas y en nutrición han advertido, que la mejor manera de ayudar a combatir esta situación, es a través de la ingesta de alimentos saludables y que provean un beneficio a la salud del consumidor. Al percatarse de esta situación, los esfuerzos se han visto encaminados a promover buenas prácticas alimentarias, y en algunas empresas, a desarrollar nuevos productos con el concepto de comida saludable, con el objetivo de lograr disminuir estos altos índices (Freidin, 2016).

Con esta nueva tendencia, han surgido dos conceptos importantes: alimentos funcionales y alimentos nutraceuticos. El concepto de alimento funcional (AF) nació en Japón, acuñado en sus orígenes, con el nombre FOSHU, que significa Food with Specific Health Uses, y que hace referencia a productos o alimentos que se caracterizan por traer beneficios específicos a la salud del consumidor como resultado de sus ingredientes (probióticos, antioxidantes, ácido fólico, entre otros), o bien, que se les han extraído aquellos compuestos intrínsecos del alimento que

pueden generar algún daño al consumidor (alérgenos, irritantes, etc.) (Valenzuela et al., 2014).

Por su parte, el concepto de nutraceutico surgió entre los farmacólogos, pues se trata de sustancias enfocadas al cuidado de la salud, con beneficios que son sustentados en la ciencia. Los nutraceuticos son sustancias de origen natural que al entrar en el organismo hacen la función similar a la de un medicamento; por lo que, es necesario saber su mecanismo de acción, dosis y frecuencia de administración requerida para lograr el efecto benéfico específico sobre la salud (Cortés-Díaz et al., 2015). La diferencia principal entre AF y nutraceutico se puede observar en el siguiente ejemplo: una leche adicionada de ácidos grasos omega-3 se considera un AF, mientras que un comprimido de estos mismos ácidos grasos omega-3 se considera un nutraceutico por sus efectos hipotriglicéridémicos (Valenzuela et al., 2014).

Si se observan las características de la alimentación a lo largo de la historia, se puede verificar que, en sus inicios se basaba en alimentos funcionales, pues muchos consideraban que el alimento era el medicamento. Con el paso de los años, llegaron los “fast food” al mercado, trayendo graves problemas de salud a los consumidores, como la obesidad y sobrepeso, con esto, comenzaron a surgir productos “light”, “sin azúcar”, “bajo en calorías”, que ahora se enfocaban en corregir el error, no aportando más daño a los organismos. En años más recientes, y con el descubrimiento y el surgir de ingredientes y AF, los nuevos productos desarrollados, además de no afectar la salud, trajeron ciertos beneficios particulares debido a algunos de sus ingredientes. Dentro de estos nuevos compuestos identificados, se encuentra la fibra, misma que se ha usado en la actualidad para dar saciedad o mejorar la digestión; sin embargo, ahora también se comienza a hablar de ciertas sustancias capaces de influir sobre la liberación de neurotransmisores relacionados con la regulación metabólica del apetito, como ocurre con ciertos aminoácidos y péptidos (Martínez-Álvarez, 2016).

Entonces podemos definir a los alimentos funcionales (AF) como aquellos alimentos que proveen beneficios más allá de funcionar como simple fuente de nutrientes para el organismo. Este extra se debe a un compuesto específico que contiene dicho alimento o ingrediente que ofrece un beneficio físico o biológico, siendo estos, beneficios funcionales, ya que pueden ayudar a reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades o mejorar el estado de salud en general. Los AF se dividen en dos categorías, aquellos que contienen de forma natural el compuesto y aquellos a los que se les añade el compuesto en su formulación, para darle beneficios adicionales. A continuación, se encuentra la Tabla 2 en donde se muestran algunos ejemplos de alimentos funcionales, su ingrediente funcional y su posible beneficio (Ford and Dahl, 2016).

**Tabla 2. Alimentos con ingredientes funcionales añadidos**

<b>Alimento Funcional</b>	<b>Ingrediente funcional</b>	<b>Posible beneficio</b>
Jugo de naranja con vitamina D añadida	Vitamina D	Reducción del riesgo de enfermedades de los huesos
Yogur con probióticos	Probióticos	Mejora de la salud del tracto gastrointestinal
Panes y cereales con fibra añadida	Fibra	Alivio el estreñimiento
Margarina enriquecida con esteroides vegetales	Esteroides vegetales	Reducción colesterol

Elaboración propia basado en los datos de Ford and Dahl (2016)

### 2.2.1 Alimentos funcionales en el mercado

Con el surgimiento de los alimentos funcionales (AF), algunos de los productos que se vieron involucrados fueron las bebidas. Por ejemplo, en Japón, que es donde surge la tendencia y el concepto, se desarrolló una leche baja en fosfato para personas con desórdenes renales crónicos; para 2006, en el mercado ya existían 617 productos con características funcionales. El mercado de los AF en Japón ha crecido mucho más rápido que el de suplementos dietéticos. Dentro de los padecimientos en los que más se enfocan este tipo de productos, es en problemas gastrointestinales, pues para el mercado japonés son los productos de mayor interés. El 63% de las ventas de productos FOSHU (5 mil millones de dólares)

y el 29% de las ventas de productos no FOSHU (11 mil millones de dólares) están vinculados con la salud gastrointestinal (Durán and Valenzuela, 2010).

A nivel mundial, comparando los datos del 2015 con los esperados para el 2020, se espera que los productos o ingredientes funcionales, los sustitutos de azúcar y los saborizantes ganen más presencia en el mercado. Cada año Google recopila información respecto a las palabras que las personas ingresan en su buscador; en el “Think with Google Food trends 2016”, que es como se le conoce al análisis, llevado a cabo en 2016, se concluyó que uno de los temas más importantes y de los que más se está buscando información es de alimentos funcionales (Vidal, 2016).

El mercado y el conocimiento acerca de los AF ha ido evolucionando; para 2014, ocho de cada diez consumidores consideraban que los AF pueden ayudar a prevenir ciertas enfermedades o padecimientos como enfermedades coronarias, hipertensión, osteoporosis y diabetes tipo 2; por otro lado, seis de cada diez personas identifican a estos alimentos con beneficios relacionados con la pérdida de memoria por la edad, el cáncer y el Alzheimer (Industria-Alimenticia, 2014). En 2013, ya el 56% de la población adquiría este tipo de alimentos. A nivel mundial, el mercado de estos alimentos representó un volumen de 33,000 millones en promedio para el 2011, de los cuales 15,000 millones abarcó Europa (Benavente-García, 2012).

Como ya se comentó, muchos de los problemas que sufre la población mexicana en la actualidad, también están relacionados con problemas gastrointestinales, lo que sugiere que no sólo en Japón, también en México, este podría ser una oportunidad para el mercado de productos funcionales.

De acuerdo con el análisis de Mintel Global Food & Drink Trends del 2018, las nuevas tendencias del mercado de desarrollo de productos alimenticios son: incrementar el uso de ingredientes naturales (sin aditivos, orgánicos y libres de transgénicos), ser éticos y promover la conservación del medio ambiente; así como

productos que les ayuden a los consumidores a llevar una dieta balanceada a pesar de tener un ritmo de vida estresante (Zegler, 2018).

La tendencia de bebidas funcionales va en incremento en Estados Unidos y Europa, y se ha encontrado que uno de los medios que lo ha hecho posible es el de las redes sociales. En particular, aquellas personas que pertenecen a la clase socio-económica alta y media, de 24 a 45 años están cambiando sus hábitos de consumo respecto al consumo de refrescos, migrando hacia un consumo más saludable de bebidas. De acuerdo con informes de Transparency Market Research, se estima que año con año, hasta el 2019 al menos, el incremento del mercado mundial de aguas saborizadas y funcionales crecerá 11.9% (Mundo, 2016).

Se esperaba que para el 2017 Estados Unidos fuera el país que mayor consumo tuviera sobre bebidas funcionales, lo cual lo colocara por encima de Japón, como país con mayor número de productos funcionales. El mercado global de AF se proyectó con \$54 mil millones para el 2017, lo que representa un crecimiento total del 25% comparado con los datos del 2013 (PROCOMER, 2014).

En el caso particular de México, para el 2014, el mercado de la industria alimentaria aumentó el 21.1% respecto al 2008, es decir, se registró un incremento de \$485,374 millones en promedio en este periodo (Análisis-Actinver, 2015). De acuerdo con los datos más recientes proporcionados por la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) del 2014, en los hogares mexicanos se destinó 34.1% de su gasto a alimentos y bebidas, del cual el 7.8% se destinó a la compra de bebidas no alcohólicas. El mercado en México de las bebidas no alcohólicas representa el 12.25% de la producción en la industria de alimentos y bebidas y tabaco; algunos de los productos que pertenecen a esta categoría son: refrescos, jugos, agua embotellada purificada y mineral, concentrados en polvo y bebidas energéticas (Chapa-Cantú et al., 2015).

Todo este mercado ha crecido tan rápido, pues los problemas de salud van en aumento, cada vez se tiene mayor acceso a la información sobre alimentación y salud (en principio, en redes sociales, donde muchas personas comparten opciones

saludables, recetas, noticias respecto al tema, entre otros); el gobierno también ha contribuido con la promoción de regulaciones en el ámbito del consumo de alimentos y bebidas; estereotipos de belleza; el sector de la población que pertenece al nivel socioeconómico medio va en aumento, con un mayor ingreso disponible para invertir en adquirir productos saludables; entre otras causas (Mundo, 2016). Aunado a esto, ahora se encuentran disponibles nuevas empresas que han surgido con la finalidad de proveer a las empresas de estos ingredientes o aditivos funcionales para que puedan utilizar en sus formulaciones, lo que facilita el desarrollo de este tipo de productos (IFMEX, 2015).

#### 2.2.1.1 Fibra dietética

La fibra dietética es definida, de acuerdo con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, como los polímeros de hidratos de carbono con tres o más unidades monoméricas, que no son hidrolizados por las enzimas endógenas del intestino delgado humano y que pertenecen a las categorías siguientes: aquellos que se encuentran en los alimentos, los que se extraen de los alimentos, y los sintéticos.

Existen dos tipos de fibra dietética, la soluble y la insoluble, categorizados en principio, por su comportamiento físico. La fibra insoluble (FI) está conformada en principio por celulosa, lignina, y algunas hemicelulosas y, la fibra soluble (FS) está conformada por: gomas, mucílagos y pectinas. La mayoría de los vegetales comestibles contienen una mezcla de FS y FI en una proporción aproximada de 1:3 (Luengo-Fernández, 2007).

Además, existen otras dos clasificaciones de fibra, la fibra dietética total y la fibra funcional, donde esta última engloba compuestos como hidratos de carbono resistentes a la digestión de las enzimas del tracto intestinal, como el almidón resistente, la inulina, diversos oligosacáridos (fructooligosacáridos, galactooligosacáridos y xilooligosacáridos) y disacáridos como la lactulosa; pues son aquellas fracciones de la fibra que se ha encontrado tienen algún efecto benéfico sobre la salud (Mora-Cura et al., 2012).

##### 2.2.1.1.1 Beneficios de la fibra en el organismo

Según los Valores Nutrimientales de Referencia (VNR) para la población mexicana, dentro de los parámetros de la ingesta diaria recomendada (IDR), un mexicano debe consumir 30 g de fibra dietética al día (SEGOB, 2010). La realidad en México es que el promedio de la población adulta mayor de 20 años consume sólo 15.8 g al día, es decir, apenas la mitad de lo recomendado (Terrones, 2013).

La fibra dietética es un compuesto que se encuentra por lo general en vegetales y cereales o granos enteros, y su funcionalidad tiene efectos sobre la fisiología digestiva, metabolismo de colesterol y el estado general de salud. Se ha demostrado en estudios previos, que la ingesta de fibra soluble, como la goma guar y la pectina modifican el metabolismo de la glucosa reduciendo los picos posprandiales de glucemia e insulinemia, por lo que su consumo trae beneficios para aquellos que padecen diabetes (Luengo Fernández, 2007).

El efecto laxante-regulador de la fibra en el intestino es provocado por la capacidad de retención de agua en la estructura de la matriz de la fibra, que forma una mezcla de viscosidad baja, aumentando la materia fecal y acelerando el tránsito intestinal. La FS está compuesta de pectinas, gomas, oligosacáridos,  $\beta$ -glucanos y mucilagos. Este tipo de fibra es fermentable, es decir, favorece el desarrollo de la microbiota intestinal incentivando el efecto prebiótico. Todos los beneficios de este tipo de fibra se deben a su capacidad de absorber y retener sustancias, regulando su absorción. Una de estas sustancias es la glucosa, lo que beneficia en bajar los niveles de esta en sangre (Cruz et al., 2015).

La FS entra en contacto con el agua durante la digestión, formando un gel viscoso que tiene la propiedad de retardar la evacuación gástrica, lo que conlleva a hacer más eficiente la digestión y absorción de nutrientes importantes de los alimentos, generando una sensación de saciedad. Por su parte, la FI ayuda a aumentar el volumen de las heces hasta 20 veces su peso dado su capacidad de retener agua. Esta propiedad está relacionada con el alivio de ciertos padecimientos gástricos como el estreñimiento y la constipación (Paz-León, 2014).

La fibra es muy relevante en el diálogo diario respecto a la alimentación, pues varias investigaciones realizadas han encontrado que trae grandes beneficios a la salud, entre los cuales están: la prevención y el tratamiento de la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y cáncer de colon; así como la reducción de hiperlipidemia, hipercolesterolemia (colesterol elevado en sangre), e incluso, estudios más recientes, han encontrado que la fibra está involucrada en mejorar el estado de ánimo, memoria y la respuesta del cuerpo ante infecciones (Terrones, 2013).

#### 2.2.1.1.2 Ventajas tecnológicas del uso de fibra dietética en el desarrollo de productos

De acuerdo con Matos-Chamorro and Chambilla-Mamani (2015) se han encontrado diferentes beneficios funcionales tecnológicos que puede aportar la fibra en base a los siguientes conceptos: tamaño de partícula, capacidad de retención de agua y aceite, capacidad de intercambio de cationes, así como efectos fisiológicos. Respecto al tamaño de partícula, dependiendo la granulometría de la fibra será el tipo de alimento o proceso en el cual se podrá incorporar, de tal manera que la fibra fina (3-5  $\mu\text{m}$ ) se puede usar como sustituto de grasa. El tamaño ideal de consumo de partículas de fibra para el ser humano es de 50-500  $\mu\text{m}$  pues, por ejemplo, tamaños menores provocan que la FI pierda su capacidad para retener agua, afectando el volumen de las heces y el tránsito intestinal. La Tabla 3 muestra los efectos particulares de diferentes tipos de fibra:

**Tabla 3. Acciones que tienen en el organismo diferentes compuestos de la fibra**

<b>Tipo de fibra</b>	<b>Acción</b>
Celulosa	Capacidad de retención de agua, reducción de la presión colónica y reducción del tiempo de tránsito intestinal
Hemicelulosa	Capacidad de retención de agua, incremento de la masa fecal, reducción de la presión colónica, reducción del tiempo de tránsito intestinal y posibilidad de retener ácidos biliares
Pectina, gomas y mucílagos	Retiene ácidos biliares, reduce la evacuación gástrica y mucílagos e incrementa la fermentación colónica
Lignina	Capacidad de retención de agua, ligado de minerales, aumento de excreción y posibilidad de incrementar la defecación

(Matos-Chamorro and Chambilla-Mamani, 2015)

En la industria alimentaria, las gomas funcionales son ampliamente usadas para mejorar ciertas características organolépticas de los alimentos y bebidas. Dentro de las gomas más utilizadas se encuentra la goma xantana (XG) y la carboximetilcelulosa (CMC). De acuerdo con su estructura química, la XG tiene la propiedad de dispersarse fácilmente en agua por lo que tiene la capacidad de dar alta consistencia tanto en medios fríos como calientes (Morales et al., 2017). Además, se ha encontrado que la XG ayuda a mejorar las propiedades reológicas de los productos, debido al incremento de viscosidad o formación de gel que genera (Martín-Esparza et al., 2018). Por su parte, la CMC es un derivado de la celulosa que se utiliza para modificar la viscosidad de matrices alimentarias como bebidas o productos de panadería, que, además, es capaz de formar geles incluso en bajas dosis de uso. Respecto a estas dos gomas, se conoce que el uso de una mezcla de ambas produce una relación sinérgica para generar estabilidad en soluciones acuosas (Bak and Yoo, 2018).

Al conocer todas estas bondades de la fibra, varios autores se han dedicado a estudiar y determinar el contenido de fibra de distintos residuos de la industria alimentaria procesadora de frutos y verduras, pues se ha encontrado que varios de estos residuos tienen un mayor porcentaje de fibra que la pulpa o jugo del fruto o verdura original. Algunos de estos residuos analizados son: residuos de jugo

de naranja (Durán-Mendoza et al., 2018), cáscara de guayaba (Bertagnolli et al., 2014), bagazo de caña de azúcar (Masli et al.), cascarilla de cacao y frijol (Espinoza-Moreno et al., 2016). Esto permite que, dependiendo de las características de sabor, textura, color, entre otros, que se busquen de un producto final, se seleccione el sub-producto adecuado (Matos-Chamorro and Chambilla-Mamani, 2015).

#### 2.2.1.1.3 Índice glucémico y el bajo consumo de fibra en la dieta mexicana

En el pasado, la dieta del ser humano se basaba en productos crudos (frutas y verduras) o granos enteros, lo que hacía que ésta incluyera porcentajes adecuados de fibra; sin embargo, con el descubrimiento de nuevas técnicas de procesamiento de los alimentos, todo comenzó a refinarse, y la fibra que antes se aprovechaba ahora es desechada, lo que ha provocado que la dieta del mexicano sea por lo general baja en fibra, trayendo graves problemas a su salud digestiva. Ya para los años 70 se pensaba en las consecuencias de un bajo consumo de fibra, pues se comparó la incidencia de “Enfermedades de occidente” en países africanos y estadounidenses como enfermedades cardíacas, apendicitis, enfermedad diverticular, hemorroides, cálculos biliares, la hernia al hiato, el cáncer de colon y la obesidad, y se llegó a la conclusión de que muchas de estas se debían a un bajo consumo de fibra (Aguilar-García et al., 2017).

Uno de los beneficios más importantes de la fibra, es que ésta tiene una influencia positiva sobre el índice glucémico. De acuerdo con la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, el índice glucémico se define como una medida de la rapidez con la que un alimento puede incrementar el nivel de glucosa en sangre de una persona. Por lo general, aquellos alimentos con bajo índice glucémico aumentan de una manera lenta los niveles de glucosa en sangre, contrario a los de un alto índice glucémico que los aumentan rápidamente. Para los diabéticos, el consumo de alimentos de alto índice glucémico les dificulta controlar su padecimiento (Greenwood et al., 2013; Medline Plus, 2016). El índice glucémico se clasifica en tres: alto (más de 70), moderado (69 – 55) y bajo (menos de 54) (Murillo, 2012). Estudios han demostrado que, a un mayor contenido de fibra, el

índice glucémico el producto será menor (Vargas-Aguilar & Hernández-Villalobos, 2013).

Consumir fibra es particularmente benéfico para aquellas personas que sufren de diabetes, pues se relaciona con el metabolismo de la glucosa. Esto, debido a que la fibra hace más lento el vaciado gástrico y altera la absorción de algunos nutrientes en el intestino delgado, en este caso, de la glucosa. Por estas razones es que para pacientes con diabetes, obesidad o sobrepeso es muy importante tener un adecuado consumo de fibra al día, para lograr un grado mayor de saciedad y para que los niveles de glucosa en sangre permanezcan estables.

Estudios epidemiológicos han encontrado que la fibra está asociada a una menor incidencia de diabetes pues, los mecanismos a través de los cuales la fibra tiene un efecto sobre la persona son, en esencia sobre su perfil glucémico, ya que la fibra ayuda a retrasar el vaciado gástrico, retardando la absorción de carbohidratos en el intestino delgado, entre los que se encuentran azúcares, y además altera la secreción de la insulina y la sensibilidad a esta. Dietas con un contenido moderado en carbohidratos y ricas en fibra han demostrado lograr controlar y disminuir los niveles de glucosa postprandial hasta en un 21%, en comparación con dietas e una ingesta moderada de carbohidratos y pobre en fibra (Sánchez-Almaraz et al., 2015).

Se ha encontrado que un bajo consumo de fibra también está relacionado con problemas de colesterol y glucosa (ligados con el padecimiento de diabetes tipo II), obesidad, cáncer de colon y enfermedades cardiovasculares. Y aunque una dieta baja en fibra no es el único factor involucrado, un aumento en el consumo de fibra diario ayuda en gran medida a disminuir estas alteraciones (Vilcanqui-Pérez and Vílchez-Perales, 2017).

### 2.3 Mango

El mango es considerado el fruto tropical más cultivado en el mundo, seguido por la piña, papaya y aguacate, y en conjunto son consideradas las frutas

tropicales primarias, ya que se cultivan y comercializan en grandes volúmenes (FAOSTAT, 2017). Para 2016, la producción nacional de productos frutales fue de 11,812, tan sólo en el periodo enero-julio. En particular, para el mango, las cifras de producción en este lapso fueron de 58 mil toneladas (SAGARPA, 2016).

Para 2010, el mango alcanzó los 30.7 millones de toneladas de producción a nivel mundial, lo que representó casi el 50% de la producción mundial de frutas tropicales. Las mayores regiones productoras de mango son Asia y el Pacífico, abarcando un 77% de la producción, luego se encuentran América Latina y el Caribe, con sólo el 13% y, por último, África con el 9%. En relación a México, éste se considera el mayor productor de la región de América Latina y el Caribe, donde tan sólo para el 2010 se preveía un aumento de producción a 1.9 millones de toneladas (FAO, 2005a).

El mango es cultivado en más de 103 países y este número aumenta cada año. Los cinco principales productores identificados son: India, China, Tailandia, México e Indonesia, abarcando el 68.5% del mercado mundial. México es considerado el primer exportador a nivel mundial, con un 22.6%, comparado con Estados Unidos que es el principal importador con una importación del 32.7% (Jahurul et al., 2015).

México es considerado un país exportador de mango importante a nivel mundial pues además de producir mangos de alta calidad y sabor, es en este país donde existen las condiciones naturales ideales para su cultivo. Algunas de las variedades de mango que mayor potencial tienen en el país son Manzano, Plátano, Oro, Ataulfo, Manila, Haden, Tommy Atkins, Keitt y Criollo, con una producción de 12 toneladas/hectárea en promedio (FAO et al., 2012).

Con el aumento de la producción de mango en México, en 2017 la SAGARPA informó un aumento del 36% (de 1.3 a 1.8 millones de toneladas). Algunos de los países a donde México exporta mango son: Estados Unidos, Canadá, Rusia, Australia, Noruega, España, Francia, Italia y Reino Unido. De acuerdo con la SAGARPA, los estados con mayor relevancia en la producción de

mango son Guerrero (358 mil 235 toneladas), Sinaloa (334 mil 239), Nayarit (312 mil 39), Chiapas (237 mil 530), Oaxaca (158 mil 847) y Michoacán (146 mil 767 toneladas), lo que equivale a un volumen de 1.5 millones, es decir, el 80% del total generado en el periodo. Durante el periodo de abril a agosto es cuando hay una mayor producción y cultivo de mango, de hasta el 80% de la producción nacional (SAGARPA, 2017a).

Las exportaciones de mango cultivado en México aumentaron un 46% durante el primer bimestre del 2017, en comparación con el 2016, con ventas de 19.3 millones de dólares en ese lapso tan sólo de ingresos provenientes por exportación del mango. Algunos de los países a donde llegó este mango fueron: Estados Unidos, Canadá, Japón, Países Bajos, España, Reino Unido, Suiza, Alemania, Italia y Noruega, entre otros. Los tres principales compradores son Estados Unidos, Canadá, Japón y Países Bajos, quienes en conjunto compraron a México alrededor de más 374 millones de dólares en mango en 2016. En cuanto a los países que cultivan, también hubo incrementos en sus producciones entre el 2015 y el 2016, Colima reportó un incremento de 45.2%, Hidalgo de 26.5%, Nayarit 24.1% y Chiapas con 22.5% por mencionar los más relevantes (SAGARPA, 2017b).

En la actualidad, el mango es una de las frutas tropicales más utilizadas por la industria alimentaria y en la alimentación general del ser humano, pues se consume como fruta fresca o procesada en forma de pulpa para elaborar jugos, néctares, dulces, conservas, jalea, salsas, encurtidos, helados, e incluso, tal cual deshidratada la fruta como botana o tentempié (Díaz-Gómez and Bernal-Celemin, 2016). Sin embargo, en la elaboración de estos productos procesados, un gran porcentaje del mango se convierte en desperdicio de la industria, pues por lo general sólo se utiliza la pulpa.

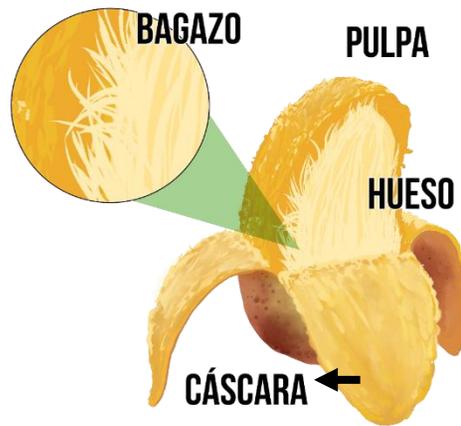
Por sus características, el mango también es considerado una de las frutas más vulnerables al ataque de plagas, pues su aroma agradable las atrae, aunque también se puede ver afectado por daños como golpes o exceso de maduración, que por lo general culmina con frutos podridos con manchas negras. En la

temporada de cosecha natural del mango, existe gran abundancia del fruto, por lo que en varias ocasiones sobrepasa la demanda y una gran parte de este producto se echa a perder. En esta época del año, hasta un 35% del mango producido puede llegar a ser desperdicio si no se aprovecha por la industria capaz de transformar tales cantidades de mango. Una de las soluciones es generar subproductos a partir de mango y aprovechar la temporada de cosecha natural para deshidratar mango y utilizarlo en un momento posterior, pues este tipo de desperdicios sólo generan pérdidas para los agricultores y vendedores de la fruta fresca (Mandey and Mamujaja, 2016).

De este fruto se pueden obtener varios productos dependiendo su etapa de madurez, por ejemplo, cuando el fruto aún está verde, se puede usar para la elaboración de salsas picantes, encurtidos, curry y productos deshidratados, pues es más fácil laminar y cortar cuando es fruto esta firme. En cambio, los mangos ya maduros se utilizan en la elaboración de rebanadas enlatadas o congeladas, purés, jugos, néctares y diferentes productos secos. No siempre estos productos industrializados son idénticos, pues determinar el exacto grado de madurez de cada mango utilizado es complicado, además de que los mangos crecen en diferentes formas y tamaños, lo que dificulta su procesado en máquinas industriales (FAO, 2005b).

### 2.3.1 Partes del mango

El mango es un fruto que está en esencia compuesto por cáscara, pulpa y hueso. Por lo general, en la industria procesadora de alimentos sólo se utiliza la pulpa, ya sea en forma de pasta o puré o bien en láminas, entre otros. Algunos de los productos de la industria en la que es usada dicha pulpa son: pulpas para elaborar néctares, jugos o concentrados, rebanadas de mango, láminas de dulce de mango, puré de mango (Gerber) o congelado en cubos para un posterior uso (Jahurul et al., 2015). La Figura 1 ilustra las partes del mango, incluyendo el bagazo.



**Figura 1. Partes del mango**

Ilustración elaborada por: Lic. María Isabel Barragán Castillo

### 2.3.1.1 Sub-productos

Dentro de la industria de transformación, en el procesamiento de frutas se generan residuos o subproductos como cáscara, frutos, pulpa, semillas, entre otros. Los subproductos de mango corresponden al 40 – 60% de la producción y constituyen una fuente importante de azúcares, minerales, ácidos orgánicos, fibra dietaria y compuestos fenólicos. Varios de los subproductos contienen más fibra dietaria que su parte comestible (pulpa o carne); por esta razón, la industria ha mantenido un interés particular en obtener la fibra dietaria de las frutas tropicales, para sustituir el consumo de cereales como recurso de fibra habitual, todo debido al alto valor nutrimental por su capacidad antioxidante y el poco aporte calórico de esta fuente de fibra para la elaboración de alimentos, aditivos o suplementos alimenticios (Cruz et al., 2015).

En el procesamiento del mango, los residuos alcanzan entre el 50 – 55% del total de la materia prima procesada, lo que comprende 193,32 toneladas/semana entre cáscara, semillas, parte de pulpa y fibra (Mejía-Giraldo et al., 2007). Se estipula que se puede obtener cerca de 280 g/kg de fibra dietaria y una retención de agua de 11.4 g/g de fibra dietética (Cañas-Ángel et al., 2011).

En México, los sub-productos o desechos (cáscaras, huesos, bagazo, frutos dañados o con problemas de madurez y calidad) generados por la industria procesadora de mango acarrear graves problemas medioambientales ya que no se cuenta con leyes que regulen este tipo de residuos, por lo que muchas veces son

arrojados de forma indiscriminada al basurero o apilados en campos abiertos, generando grandes niveles de contaminación. Sólo un pequeño porcentaje de estos residuos es destinado en la actualidad a la fabricación de alimentos para animales de bajo valor agregado. Por citar un ejemplo del desperdicio que se genera, en Tepic, Nayarit, se encuentra ubicada la empresa MexiFrutas S. A. de C. V. donde se procesan alrededor de 30,000 toneladas de mango en un periodo de 4 meses durante el año, con lo que, en promedio, 18,000 toneladas (60%) de desperdicios se están generando, tan sólo en esta empresa (Sumaya-Martínez et al., 2012).

Sin embargo, en la actualidad, y con la promoción de los beneficios y compuestos funcionales de estos sub-productos de la agroindustria, se han buscado nuevos usos para ellos, pues estos residuos aún contienen nutrientes, antioxidantes y fibra dietética que pueden ser aprovechados para el desarrollo de otros productos. En el pasado, los cereales eran los protagonistas como fuentes de fibra dietética, pero ahora, se ha cedido el protagonismo a las frutas y vegetales, y dentro de estos, ha cobrado mayor interés el uso de sub-productos de industrias procesadoras de este tipo de ingredientes, pues el costo es bajo y promueve el cuidado del medio ambiente al aprovechar residuos (Hincapie et al., 2014).

#### 2.3.1.1.1 Hueso o semilla

Existen diferentes especies de mango. En particular, el mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical importante con una aceptación mundial, una extensa comercialización, una amplia producción, una amplia distribución y beneficios para la salud humana. Los residuos de mango, como el hueso y la cáscara, tienen un alto potencial funcional y nutricional. El hueso contiene importantes compuestos bioactivos que tienen una alta actividad antioxidante, lípidos que tienen características físicas y químicas aceptables (libres de ácidos grasos trans) y un alto contenido de proteínas (Torres-León et al., 2016).

El hueso de mango representa del 20 al 60% del peso total de la fruta, donde el porcentaje varía de acuerdo a la variedad de mango de la que se esté hablando. Este hueso es considerado una buena fuente de almidones y grasas;

relativamente tiene un alto contenido de fenoles, lo que le da propiedades antioxidantes. Además, se ha demostrado que es una buena fuente de fitoesteroles, como el campesterol, bsitosterol, stigmasterol y tocoferoles (Maryam Adilah et al., 2018). Éste tiene un bajo contenido de proteínas, sin embargo, contiene gran parte de aminoácidos esenciales, como leucina, valina y lisina. La grasa obtenida del hueso de mango tiene grandes ventajas, sus triglicéridos, ácidos grasos y fosfolípidos, por sus características, son comparables con los del aceite de la semilla de algodón y la manteca de cacao. Por ejemplo, en la formulación de butterscotch toffee (dulce tradicional en Europa, a base de caramelo y una grasa), se sustituye la manteca de cacao usada en la receta tradicional, por aceite de hueso de mango; el resultado obtenido demuestra similitud en triglicéridos, ácidos grasos, sabor, aroma y textura (Ravani and Dinesh, 2013).

Este hueso es una buena fuente de carbohidratos (58-80%) y proteínas (6-13%), además de contar con un gran perfil de aminoácidos esenciales y lípidos (6-16%). Dentro de la clasificación de compuestos fenólicos, se ha encontrado que el hueso de mango contiene mangiferina, isomangiferina, homomangiferina, quercetina, kaempferol y antocianinas. Respecto a los ácidos fenólicos, éste contiene ácido gálico, protocatechuico, ferulico, caffeico, coumarico, ellagico y ácidos 4-caffeoylquinicos; y de minerales antioxidantes contiene potasio, cobre, zinc, manganeso, hierro y selenio. A través del uso del equipo de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, por sus siglas en inglés), se pudo identificar los porcentajes de ciertos compuestos presentes en el hueso: taninos (20.7%), ácido gálico (6%), coumarin (12.6%), ácido cafeico (7.7%), vanilina (20.2%), manguiferina (4.2%), ácido felúrico (10.4%) y ácido cinámico (11.2%) (Torres-León et al., 2016).

#### 2.3.1.1.2 Piel o cáscara

Durante el procesado del mango, otro de los sub-productos obtenidos es la piel o cáscara, la cual equivale en promedio del 15-20% del fruto. Se ha encontrado que la piel es una rica fuente de compuestos fito-químicos, como polifenoles, carotenoides, vitamina E, fibra dietaria y vitamina C. En un análisis proximal de la

cáscara de mango base seca se reportan valores de: grasas  $2.2 \pm 0.06$ , ceniza  $3.0 \pm 0.18$ , proteína total  $3.6 \pm 0.6$ , carbohidratos totales  $80.7 \pm 1.2$ , fibra dietaria total  $51.2 \pm 1.08$ , fibra soluble  $19.0 \pm 0.26$ , fibra insoluble  $32.1 \pm 1.34$  en porcentaje, así como polifenoles totales (mg GAE/g MPP)  $96.2 \pm 1.4$  y carotenoides totales ( $\mu\text{g/g}$  MPP)  $3092 \pm 98$  (Ravani and Dinesh, 2013).

Dada la gran cantidad de compuestos que contiene la cáscara, se ha usado para producir harina, con la que se preparan variedad de productos como noodles, pan, sponge cake, biscochos y otros productos de panadería y repostería (Jahurul et al., 2015).

#### 2.3.1.1.3 Bagazo

Por lo general, los dos sub-productos más conocidos, utilizados y estudiados hasta hace poco eran el hueso y la cáscara, sin embargo, algunos estudios más recientes han identificado al bagazo como otro sub-producto del mango que ha cobrado gran relevancia, por sus propiedades y composición específica. El bagazo se genera en la industria a partir del despulpado de la fruta, durante el proceso de filtración. Al residuo de la filtración se le conoce con el nombre de bagazo, aunque también recibe otras denominaciones como: fibra residual de la pulpa del mango, fibra de la pulpa o sobrante de la pulpa (Sudha et al., 2015).

El bagazo de mango (BM) contiene algunos compuestos fenólicos como: antocianinas (mg/100 g base seca)  $2.29 \pm 0.23$ , flavonoides amarillos (mg/100 g base seca)  $26.47 \pm 0.27$ ,  $\beta$ -caroteno (lg/100 g base seca)  $58.26 \pm 5.83$  y fenoles totales (mg Gallic Acid Equivalent/100 g base seca)  $376.12 \pm 37.62$  (Ribeiro da Silva et al., 2014), compuestos que aportan variedad de beneficios a la salud. Amaya Cruz (2014) menciona que el bagazo de mango contiene otros compuestos importantes, aunque en menor cantidad, como el ácido clorogénico, gálico, cumárico, cafeico, sináptico, elágico, epigalocatequina, rutina, galocatequina, catequina, eriocitina y hesperidina (con un contenido 135 veces mayor que el durazno y 25 veces más que la guayaba).

Como ya se comentó, en años recientes se ha puesto más atención en los ingredientes funcionales de ciertos residuos de la industria alimenticia, particularmente aquellos que resultan del procesamiento de pulpas de frutas. El bagazo, junto con la cáscara del fruto, contienen una proporción entre fibra insoluble y soluble de 1.5:1, rango que se encuentra dentro de los parámetros para considerarse un compuesto funcional relacionado con la función de la fibra en el organismo (Amaya-Cruz, 2014). La Tabla 4 muestra el contenido nutrimental del bagazo de mango.

**Tabla 4. Bromatológicos del mango**

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)*	Ceniza (%)*	Grasa (%)*	Carbohidratos (%)*
Bagazo de mango	60.52±1.16	0.98±0.58	2.74±0.12	1.20±0.17	34.56

\*Base húmeda (Hernández Navarro, 2015)

De los carbohidratos reportados, la fibra representa el 33.12% (Tabla 5).

**Tabla 5 Fibra dietaria total, insoluble, soluble y azúcares simples del bagazo de mango**

Total	Fibra dietaria*		Azúcares simples (%)*
	Insoluble	Soluble	
33.12±1.60	19.43±1.35	13.68±0.32	2.74±0.12

\*Base húmeda (Hernández Navarro, 2015)

Para el caso del mango de la variedad manila, se ha reportado un porcentaje de fibra dietética total de 37.12% (Hernández Navarro, 2015). Por lo anterior se puede considerar el bagazo de mango una fuente importante de fibra, pues casi el 40% de su composición corresponde a este compuesto. Dadas todas sus propiedades funcionales tiene el potencial de ayudar a controlar los niveles de glucosa en sangre con su consumo (Kristo et al., 2013; Silva et al., 2013). Por lo que, de acuerdo con estas cifras reportadas, los valores de fibra que contiene el bagazo de mango y los conocimientos previos que se tienen respecto a la funcionalidad de la fibra en el organismo, es que se apuesta por que la fibra del bagazo de mango podría ser un nuevo compuesto funcional.

A partir de las investigaciones que se han hecho respecto a los subproductos de la agroindustria, Sumaya-Martínez, et. al. (2012), menciona que son fuente importante de compuestos bioactivos por lo que se pueden usar para el desarrollo de productos de alto valor agregado, representando nuevas oportunidades de negocio.

### **3. Fundamentos del proyecto**

#### **3.1 Planteamiento del problema**

Uno de los compuestos benéficos con mayor relevancia actual para la salud es la fibra, pues una de sus principales funciones es regular y mejorar la digestión. Gracias a sus propiedades particulares, ayuda a que los desechos se aglomeren de una mejor manera, permitiendo que el tránsito intestinal se lleve a cabo de una forma positiva (fibra insoluble) teniendo un efecto importante sobre el estreñimiento y, por otro lado, retrasa y limita la digestión de ciertos compuestos como la glucosa (impactando de manera positiva sobre el índice glucémico del alimento y la respuesta glucémica en el organismo con su consumo) y el colesterol (fibra soluble), que en exceso traen graves consecuencias para la salud; por lo que, un consumo regular de fibra es muy importante.

El consumo de fibra recomendado para una buena salud digestiva es en promedio de 30 g al día para adultos. Desafortunadamente, los mexicanos consumen apenas la mitad de lo recomendado, lo cual, más allá de problemas de digestión como el estreñimiento, también acarrea graves problemas de salud, entre ellos, de las principales causas de muerte en el país: diabetes, obesidad y sobrepeso. Respecto a la diabetes, 9 de cada 100 personas mueren por esta razón. Además, para el 2016, el 72.5% de la población ya sufría de obesidad o sobre peso. Todo esto es un panorama que depara un peor futuro para la población mexicana si no se toman medidas al respecto, pues año con año estas cifras aumentan.

México está atravesando por una época de transición alimentaria en la que la calidad de la alimentación ha ido empeorando con el paso de los años, pues cada día tener productos provenientes de la industria y altamente procesados, se ha vuelto más fácil, práctico y a un menor costo. El problema con estos productos, en particular hablando de bebidas, es que son hipercalóricas y con un gran contenido de azúcares, que sólo perjudican la salud, al ser consumidas en exceso. No conforme con esto, estos productos carecen de compuestos benéficos para la salud, como la fibra. Al observar este gran problema muchas de las empresas se han visto inclinadas a desarrollar productos con un cierto valor funcional para la salud.

Aunado a esto, dentro de la agroindustria, cada día se desechan toneladas de residuos orgánicos considerados subproductos de esta industria, categoría dentro de la cual entra el bagazo de mango. Estos residuos no son aprovechados, por lo que generan pérdidas económicas para las empresas (pues éstos equivalen hasta un 60% del fruto) y contaminación para el medio ambiente, pues no existe regulación para su deshecho, por lo que son dispuestos a la intemperie en campos o cerros, acumulándose y propiciando el desarrollo de microorganismos y siendo punto de atracción para moscas y roedores.

### 3.2 Justificación

México ocupa el primer lugar a nivel mundial en consumo en refrescos per cápita por año, consumo que en conjunto con otras bebidas azucaradas abarcan el 21% de la dieta total del mexicano. Éstas, están compuestas por jugos, refrescos, leche entera y alcohol, calorías añadidas a las consumidas por los alimentos. Para combatir todo esto, el primero de enero de 2014, en México se aprobó una ley en relación a un impuesto sobre ellas del 10%, sin embargo, la reducción en el consumo reportado sólo fue de 12 mL por día, y aunque ya es algo, no es suficiente, por lo que se vuelve necesario el desarrollar bebidas que más allá de ser bajas en calorías o endulzadas con edulcorantes naturales, también ayuden a prevenir enfermedades relacionadas con la salud digestiva, con el objetivo de combatir la obesidad, sobrepeso, diabetes y cáncer en el sistema digestivo.

Se ha encontrado en recientes investigaciones que un alto consumo de fibra, de al menos 30 g por día podría ayudar a luchar contra estas enfermedades, mejorando la digestión. Por lo que, la solución está en observar las necesidades de los consumidores, las problemáticas de salud actuales y, desarrollar un producto que contribuya a aumentar el consumo de fibra en nuestro país. En este caso se ha mostrado que en México existe una alta demanda de bebidas funcionales, mercado que se prevé crezca más en los siguientes años, por lo que la propuesta es el desarrollo de una bebida que cumpla con un alto índice de aceptación por los consumidores y que sea funcional a partir de la fibra del bagazo de mango.

Ya que las bebidas tienen un buen mercado de consumidores abarcado en el país, la idea central es desarrollar una bebida que cumpla con un sabor de gran aceptación por el consumidor y con un alto contenido en fibra. Además, de la gran cantidad de desechos que se generan por las industrias productoras de pulpas, se plantea utilizar bagazo de mango (residuo de la industria despulpadora de mango), como fuente de fibra, en busca de disminuir esta cantidad de desperdicios y dar un valor agregado.

### 3.3 Hipótesis

La formulación de una bebida en polvo a partir de bagazo de mango, CMC, XG y SD, podría permitir el desarrollo de un producto con propiedades tecnológicas y sensoriales aceptables por el consumidor (con un nivel de aceptación igual o superior al de un producto control), con alto contenido de fibra ( $\geq 20\%$  de la IDR) y con bajo índice glicémico ( $< 54$ ).

### 3.4 Objetivo general

Desarrollar un concentrado en polvo para preparar una bebida con alto contenido de fibra a partir de bagazo de mango variedad manila, con un nivel de preferencia similar o superior al de un control comercial, y determinar su índice glucémico a partir de un análisis clínico.

### 3.5 Objetivos particulares

- Llevar a cabo un estudio de mercado potencial para determinar el enfoque de desarrollo del producto.
- Caracterizar la fibra del bagazo y desarrollar un concentrado en polvo para preparar una bebida, a partir del bagazo de mango, que aporte mínimo el 20% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de fibra.
- Optimizar la formulación de la bebida para lograr un nivel preferencia, por el público consumidor, igual o mayor a la de un control comercial.
- Determinar la composición proximal y el contenido de fibra de la formulación optimizada del polvo para elaborar la bebida, para fundamentar las ventajas en composición frente a productos comerciales.
- Determinar la curva de glicemia postprandial de la bebida optimizada y un producto control, para poder determinar su índice glucémico.
- Definir empaque y marca comercial del producto, incluyendo fecha estimada de vida de anaquel para su uso en la comercialización del producto.
- Realizar una proyección financiera del producto en el mercado para determinar la viabilidad del proyecto.
- Validar el producto a través de la técnica de grupo de enfoque, para determinar las ventajas percibidas por los consumidores frente al producto desarrollado.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1 Materia prima

##### 4.1.1.1 Bagazo de mango manila

El bagazo de mango Manila (*Mangifera indica* L. variedad Manila) fue proporcionado por una empresa despulpadora y productora de jugos, ubicada en San Juan del Río, Querétaro, México. El material fue colectado en bolsas de

plástico, almacenado en recipientes y congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$ , para los estudios posteriores hasta su uso.

#### 4.1.1.2 Aditivos

Para la formulación de la bebida se utilizaron un aditivo de tipo antiaglomerante y dos del tipo hidrocoloide; además, con la finalidad de aportar sabor dulce a la bebida, sin comprometer las calorías aportadas, se utilizó un edulcorante de origen natural: estevia o glucósido de estevia, de la marca Dolce vida. En cuanto al antiaglomerante se usó dióxido de silicio (SD) de la marca Promisil, y como hidrocoloides, se usaron Carboximetilcelulosa (CMC) de la marca Walocel y Goma Xantana (XG) de la marca Fufeng; todos de grado alimenticio y adquiridos con la empresa Agroln de México S.A. de C.V.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Esquema general de experimentación en el desarrollo y optimización de la bebida

A continuación, se muestra un esquema general del desarrollo del proyecto, abarcando desde los análisis sensoriales llevados a cabo hasta la determinación del índice glucémico de la formulación optimizada (Figura 2).

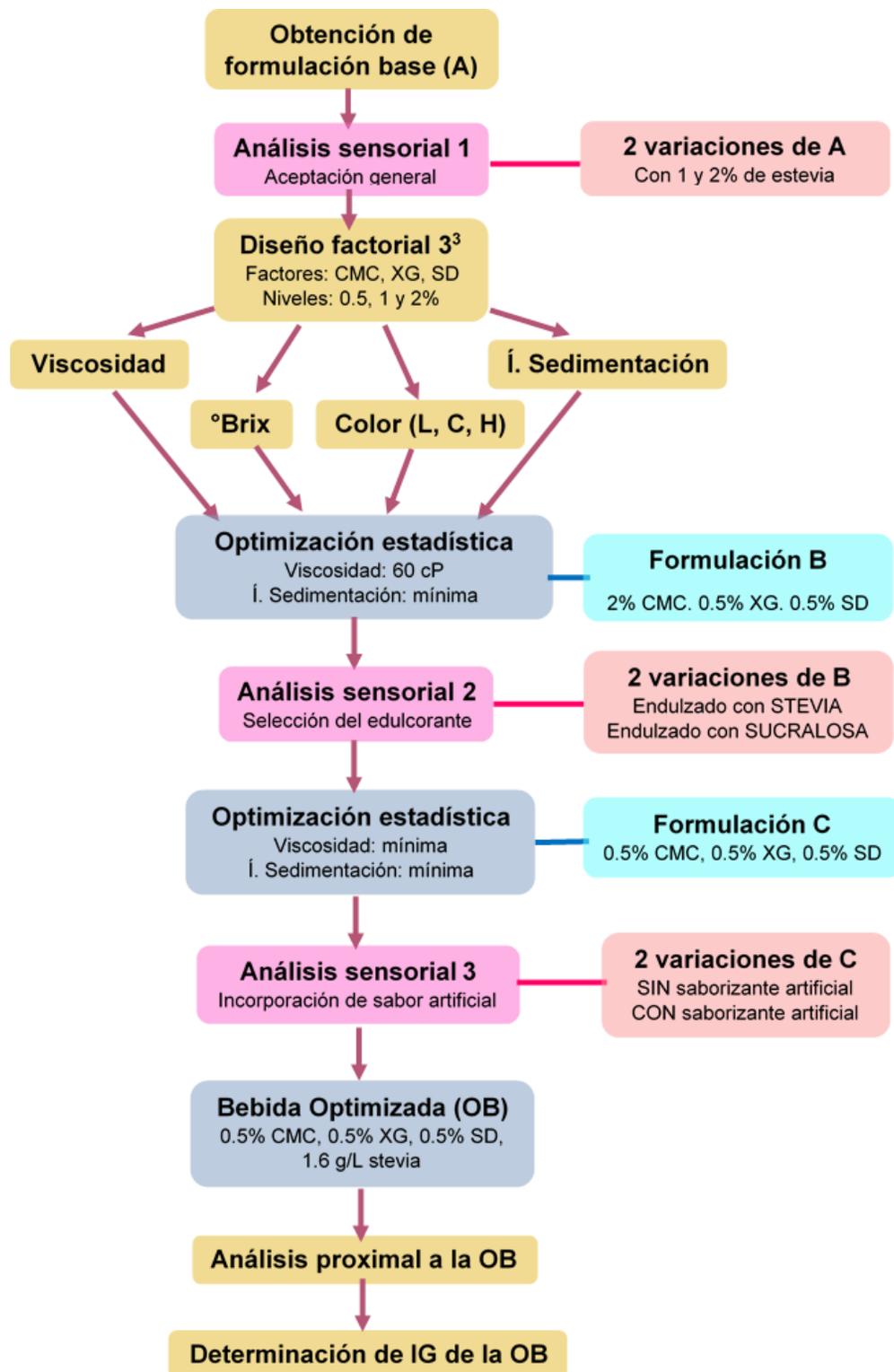


Figura 2 Diagrama general del desarrollo del concentrado en polvo

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.2 Estudio de prefactibilidad de la bebida

Dentro de las etapas comprendidas para el desarrollo de nuevos productos, la primera de ellas tiene que ver con el estudio de prefactibilidad acerca del nuevo producto que se pretende desarrollar, el cual comienza con una lluvia de ideas o “brainstorming”, pues todo proceso de innovación parte precisamente de una idea. La lluvia de ideas es una técnica que requiere creatividad y aportación grupal y consiste en que durante un determinado número de horas un grupo debe aportar el mayor número de ideas respecto a un tema establecido. Esta técnica busca dar solución a un cierto problema identificado o bien, proponer mejoras a soluciones ya existentes (CGE, 2012). A partir de las ideas, se conceptualizó como tal el producto. Como parte de la conceptualización, se definieron específicamente las cualidades con las cuales debería cumplir el producto, para lograr el objetivo planteado en el proyecto, así como el mercado meta al cuál se dirigiría este.

Además, se hizo un análisis de identificación de los productos control y competencia en el mercado. Para esta identificación se realizó una búsqueda física en tiendas de cadena multinacional como lo son Sam’s y Walmart, así como una búsqueda en línea para identificar aquellos productos que pudieran ser competencia del producto a desarrollar. Los filtros que se utilizaron para seleccionar los productos fueron: a) Que en la etiqueta se hiciera mención a un contenido relevante de fibra; b) Que fueran bebidas o polvos para preparar bebidas; c) De la misma forma, se incluyeron suplementos alimenticios fuentes de fibra.

También se llevó a cabo un estudio de campo en el que se analizaron la lista de ingredientes de aquellos productos que se consideraran competencia para el producto a desarrollar. Se analizaron y clasificaron los aditivos y fuentes de fibra de estos; así como los tipos de fibra empleados, es decir, si era soluble, insoluble o una mezcla de estos.

##### 4.2.2.1 Estudio de mercado y comportamiento del consumidor

De acuerdo con Van Kleef et al. (2005) se ha identificado que el incorporar la voz del consumidor, de lo que busca y lo que espera de un producto, es la clave

del éxito en el desarrollo de nuevos productos. En su artículo se describen los 10 métodos más utilizados para este proceso de adquisición de información del consumidor. Dentro de esta clasificación, uno de los más utilizados es el grupo de enfoque o mejor conocido como “focus group”. Esta técnica consiste en una discusión en grupo en el que un moderador va guiando dicha discusión, con la finalidad de discutir sobre sus puntos de vista y opiniones respecto a temas en específico. Estos grupos por lo general se componen de 8 a 12 personas con la finalidad de que el flujo de la información entre los participantes sea más fácil.

Para este proyecto se realizaron 2 grupos de enfoque con 7 y 8 participantes cada uno respectivamente, las edades y sexo de los participantes se muestran en la siguiente tabla (Tabla 6):

**Tabla 6 Edad y género de participantes del Focus Group**

No. Grupo	Género	Edades (media)
Grupo 1	3 hombres	26
	4 mujeres	32
Grupo 2	5 hombres	43
	3 mujeres	44

Fuente: elaboración propia

Para facilitar la tarea del moderador se debe elaborar un guión que será el esqueleto de la discusión durante la sesión de trabajo; el guión utilizado se muestra en el Anexo 1, el cual está compuesto por 11 preguntas, abarcando desde darles la bienvenida a los participantes, explicarles el motivo de la reunión, romper el hielo entre ellos, preguntas de introducción, desarrollo y conclusión:

#### 4.2.3 Formulación, estandarización y optimización del polvo para preparar la bebida

##### 4.2.3.1 Estandarización del proceso de deshidratado del bagazo

Teniendo mayor claridad sobre lo que el consumidor quiere, se prosiguió a formular la bebida, para lo cual, se estandarizó el proceso de deshidratado del bagazo. Para ello se puso a deshidratar bagazo (en lotes de 500 g) durante 9 horas, en un deshidratador marca Excalibur (9-try Delux, modelo #39000, USA) durante

las cuales se tomó cada lote a las 0, 2, 4, 6, 7, 8 y 9 para registrar el peso y calcular el contenido de humedad. La temperatura de deshidratado fue de 57°C, pues de acuerdo con Zuluaga et al. (2010) la temperatura ideal de deshidratado de mango se encuentra entre 50-60°C.

La humedad de la muestra se determinó de acuerdo al método 925.23 de la AOAC (2002). El análisis del contenido de humedad se realizó por triplicado y se expresó como Kg de agua/Kg de sólido seco. La humedad se calculó bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad} = \frac{\text{masa sólido húmedo} - \text{masa sólido seco}}{\text{masa sólido seco}} \quad (1)$$

Para determinar el % de humedad de la muestra se calculó con la siguiente fórmula, donde  $P_i$  es el peso inicial del lote y  $P_f$  el peso final:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (2)$$

#### 4.2.3.2 Determinación de contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble del bagazo

Posterior al análisis de humedad de la muestra y estandarización del proceso de deshidratado, se determinó el porcentaje de fibra dietaria total, soluble e insoluble del bagazo de mango. En base a ello, se estableció la cantidad mínima requerida de este ingrediente en la formulación de la bebida para poder ser considerada una bebida alta en fibra. Para la cuantificación de fibra dietética insoluble se utilizó el método 991.42 y para la fibra dietética soluble se usó el método 991.43 de la AOAC (2002). Con finalidad estadística, el análisis se realizó por triplicado.

#### 4.2.3.3 Experimentación para la formulación base de la bebida

Conociendo los contenidos de fibra dietaria total, soluble e insoluble, se procedió a calcular la cantidad de aditivos que serían necesarios para lograr la suspensión de partículas en el agua y que estas no se aglomeraran. Para ello se

tomó en cuenta lo establecido en la NOM-218-SSA1-2011 y en el CODEX ALIMENTARIUS referente a los límites de uso permitidos de cada uno de ellos (Tabla 7) (FAO/OMS, 1995; Arriola Peñalosa, 2012).

**Tabla 7 Límite máximo de uso de los aditivos**

Función del aditivo	Aditivo	Límite máximo
Edulcorante	Estevia	200 mg/L
Antiaglomerante	Dióxido de silicio	BPF
Hidrocoloide	CMC	BPF

Fuente: elaboración propia

Para determinar el tamaño de partícula ideal del bagazo de mango para lograr la mejor solubilidad y suspensión de partículas, se siguió la siguiente metodología:

- 1) Pesar 100 g de muestra y moler con ayuda de un procesador de alimentos y posterior con un molino de café hasta que todo lograra pasar la malla #50 (630  $\mu\text{m}$ ). Con esto se logró obtener un tamaño de partícula  $\leq$  malla #50 (630  $\mu\text{m}$ ).
- 2) Pesar 100 g de muestra y moler con ayuda de un procesador de alimentos y posterior con un molino de café hasta que todo lograra pasar la malla #80 (250  $\mu\text{m}$ ). Con esto se logró obtener un tamaño de partícula  $\leq$  malla #80 (250  $\mu\text{m}$ ).
- 3) De cada muestra se tomaron 10 g y se solubilizaron en 250 mL de agua. El análisis se realizó por triplicado.

El tamaño de partícula que mostró mejor solubilidad aparente fue el tamaño de malla #80 (250  $\mu\text{m}$ ), por lo que se eligió este tamaño para la formulación final.

Para la formulación de la bebida, se utilizó el siguiente diseño experimental, en donde se variaron las concentraciones de los diferentes aditivos utilizados (Tabla 8).

**Tabla 8 Formulaciones de la bebida**

# Formulación	Dióxido de silicio (%)	CMC (%)	Stevia (%)
1	2	4	2
2	4	4	1
3	8	4	1
4	4	1	1
5	2	1	1

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.3.4 Análisis sensorial

##### 4.2.3.4.1 Análisis microbiológico

Para poder realizar una evaluación con humanos, es requisito llevar a cabo un análisis microbiológico de la muestra para garantizar la inocuidad del mismo. Dichos análisis se llevaron a cabo en la Universidad Autónoma de Querétaro en el Laboratorio para la Evaluación y Control de Riesgos Microbianos (LECRIMA) de la Facultad de Química. Los microorganismos cuantificados fueron: mesofílicos aerobios, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Salmonella*, de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011.

##### 4.2.3.4.2 Etapa 1: Desarrollo de formulación base y aceptación general de la bebida

Se realizaron tres análisis sensoriales, correspondientes a tres etapas de desarrollo del producto. La primera tuvo como objetivo definir la formulación base para trabajar. La segunda, mejorar la formulación base y seleccionar el mejor edulcorante para la bebida. Y la tercera, optimizar el producto.

Para la primera etapa, se realizó una prueba afectiva para medir el nivel de agrado de entre dos variaciones de una formulación del producto, por lo que fue necesario formular una nueva mezcla a partir de la ya pre-establecida, quedando así (Tabla 9):

**Tabla 9 Formulaciones para análisis sensorial**

# Muestra	Ideal (5370)	Derivada (6785)
Tamaño de partícula (# malla)	#80	#80 (50%) + #50 (50%)
% dióxido de silicio	2%	2%
% CMC	1%	1%
% edulcorante	1%	2%

Fuente: elaboración propia

Se decidió que para la muestra “derivada” se usaría una mezcla de tamaños de partícula pues ya que es más fácil de obtener un tamaño de partícula de la malla #50, se buscaba determinar si el consumidor percibía alguna diferencia en la bebida y en caso de que no, usar mejor la mezcla. El otro ingrediente que se decidió variar fue la concentración fue el de edulcorante, pues se buscaba determinar el grado de dulzor que prefiere la mayoría.

El objetivo con este tipo de análisis fue de las dos formulaciones encontrar la que más le agradara al consumidor por sus diferentes características.

La prueba consistió en evaluar el nivel de agrado de la bebida en relación a 6 características de la misma: color, sabor dulce, sabor a mango, viscosidad, consistencia (terrosa) y agrado general. Para esto, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos que se muestra a continuación (Tabla 10) (Ramírez-Navas, 2012):

**Tabla 10 Escala hedónica de nueve puntos**

Categoría	Número
Me disgusta extremadamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta levemente	4
No me gusta ni me disgusta	5
Me gusta levemente	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta extremadamente	9

Fuente: elaboración propia

Para poder aplicar un análisis de este tipo, también es necesario que los involucrados firmen un “consentimiento informado”, donde expresen que no presentan alergia alguna o problema alguno en consumir alguno de los ingredientes

de las muestras. El formato de consentimiento informado utilizado se muestra en el Anexo 2, y el del análisis sensorial en el Anexo 3.

#### 4.2.3.4.3 Etapa 2: Optimización de la fórmula base y selección del edulcorante

De acuerdo con los resultados obtenidos en la etapa 1, la fórmula mejor evaluada en el análisis sensorial en cuanto a agrado general fue aquella con una mezcla de tamaño de partícula #80 (50%) + #50 (50%), 2% dióxido de silicio, 1% de CMC y 2% de edulcorante. En el análisis se evaluaron los parámetros de color, sabor dulce, sabor a mango, viscosidad, consistencia (terrosa) y agrado en general, de los cuales, sólo en tres de ellos existió diferencia significativa: sabor dulce, sabor a mango y, por lo tanto, en agrado general. Debido a que no hubo diferencia significativa en la consistencia de la bebida, se decidió usar un solo tamaño de partícula para la fórmula, el tamaño de malla #80, que es más fino.

Una vez establecido el tamaño de partícula, se diseñó un modelo de experimentos factorial  $3^3$  para encontrar la mejor concentración de aditivos que se debía usar, para mejorar los parámetros de viscosidad y consistencia. Los 3 factores o variables independientes fueron: % de CMC, % de goma xantana y % de dióxido de silicio; y sus respectivos tres niveles de variación fueron: 0.5%, 1% y 2% (en base al peso de bagazo usado). A cada mezcla obtenida se le midió índice de sedimentación, viscosidad, porcentaje de sedimentación, sólidos disueltos y color (parámetros L, C y H). Además, se midieron estos mismos parámetros a un Néctar de mango de Del Valle con la finalidad de establecer un control comercial. Con los resultados obtenidos, se optimizó estadísticamente la formulación y con ésta, se aplicó el análisis sensorial correspondiente a la etapa 2.

##### 4.2.3.4.3.1 Viscosidad

Para medir la viscosidad de las muestras, se utilizó un reómetro Anton Paar modelo MCR101, con número de serie 80689904 y la geometría ST24-2D/2V/2V-30. Las condiciones de medición fueron 2 minutos, a 25°C con una velocidad constante de 160 s<sup>-1</sup>. La cantidad de bebida que se utilizó para cada medición fue

de 21 mL. El software utilizado para el registro de las mediciones fue rheoplus versión 3.40. Cada medición se hizo por triplicado.

#### 4.2.3.4.3.2 Índice de sedimentación

Se tomó como base la metodología propuesta por Matalanis & McClements (2013), con algunas modificaciones. Para ello se prepararon 50 mL (nivel inicial) en una probeta de 100 mL, determinando cada 15 minutos la sedimentación (hasta completar dos horas). Se registró la sedimentación pasadas las dos horas. El porcentaje de sedimentación se estableció entre la relación del nivel inicial y final de cada muestra. Cada medición se hizo por triplicado.

#### 4.2.3.4.3.3 Grados Brix

En el caso de los grados Brix, se utilizó un refractómetro de mano comercial. El método para la medición de cada muestra fue primero enjuagar el prisma con agua destilada, tomar una gota de la solución y colocarla en el refractómetro; posterior tomar el aparato y poner en una posición tal que permita la difusión de la luz natural o artificial, con la finalidad de poder dar lectura a la medición. Se observó la medición en la escala del refractómetro y se anotó la lectura indicada. (Normas mexicanas et al., 2011). Para realizar las mediciones, las muestras se encontraban a una temperatura de  $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Cada medición se hizo por triplicado.

#### 4.2.3.4.3.4 Color

Para medir el color de las muestras, se utilizó un colorímetro de precisión de la marca High-Quality Colorimeter, modelo NH310 de 8 mm de abertura de medición. Los valores que se determinaron fueron  $L^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$ , de acuerdo con el sistema de color de la CIE (X-Rite, 2002), con el objetivo de ubicar el color en el espacio de medición. La medición se realizó a una distancia de 0.5 cm entre en lente y la superficie de la muestra. Cada medición se hizo por triplicado.

#### 4.2.3.4.3.5 Optimización estadística

Con la información obtenida de índice de sedimentación, viscosidad, porcentaje de sedimentación,  $^{\circ}\text{Brix}$  y color (parámetros  $L$ ,  $C$  y  $h$ ), se elaboró una

sábana de datos, mismos que se analizaron estadísticamente en Minitab con regresión factorial, comparando todas las variables de respuesta versus %CMC, % goma xantana y % dióxido de silicio. La optimización se llevó a cabo mediante un análisis de regresión factorial usando viscosidad y sedimentación como variables respuesta, dado que fueron los factores que tuvieron un efecto significativo sobre el modelo de superficie de respuesta obtenido. Para seleccionar la mejor formulación se establecieron valores mínimos de viscosidad e índice de sedimentación con una deseabilidad mayor a 85%.

#### 4.2.3.4.3.6 Análisis sensorial

El objetivo de la segunda etapa fue seleccionar la formulación con las mejores características para usar en el análisis sensorial. Dicho análisis consistió en una prueba discriminativa y de ordenamiento, en la cual participaron 66 panelistas consumidores (19 mujeres y 47 hombres). La edad promedio de las mujeres fue de 26 años y de 23 para los hombres. La prueba consistió en ordenar las muestras del 1 al 3, siendo 1 la que más les agradaba y 3 la que menos les agradaba. Además, tenían que justificar su elección, datos que se recabaron y agruparon para determinar su frecuencia.

A partir de la obtención de la fórmula optimizada estadísticamente en cuanto a porcentajes de CMC, goma xantana y dióxido de silicio, se procedió a agregar a la fórmula el edulcorante. Para esto se propuso usar por un lado Splenda como edulcorante y por otro Stevia industrial de la marca Dolce vida, marca que ha logrado modificar el resabio característico de la estevia, con la finalidad de evaluar en el análisis sensorial la preferencia del tipo de edulcorante. Además, como control se utilizó un néctar de mango de la marca Jumex light que estaba endulzado con Splenda; esto porque al igual que nuestro producto, usa como fuente de dulzor de la bebida un edulcorante, caso contrario al néctar de la marca Del Valle, que utiliza sus propios concentrados y azúcares para endulzar. El formato utilizado para el análisis sensorial se muestra en la Figura 3.

---

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: F M

INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presentan 3 muestras con código en el vaso, ordene del 1 al 3 de acuerdo a qué tanto le agrada cada una, siendo 1 la que **MÁS** le agrada y 3 la que **MENOS** le agrada, y responda a las preguntas. Entre cada muestra por favor tome un poco de agua simple. (NOTA: no puede poner más de 1 código por renglón)

1. \_\_\_\_\_ ¿Por qué le agradó **MÁS**? \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_ ¿Por qué le agradó **MENOS**? \_\_\_\_\_

!!!Muchas gracias por tu participación!!!

---

### Figura 3 Formato encuesta análisis sensorial

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.3.4.4 Etapa 3: Optimización de la formulación final e incorporación de un saborizante artificial

El tercer análisis sensorial se llevó a cabo de acuerdo con lo descrito anteriormente para la etapa 2, en la cual participaron 60 panelistas consumidores (34 mujeres y 26 hombres). La edad promedio de las mujeres fue de 24 años y de 23 para los hombres. A cada uno de los participantes se les dieron a probar 3 muestras: bebida sabor mango de la marca Tang preparada de acuerdo a las especificaciones del producto (como control) y dos versiones muestra de la bebida optimizada, una sin sabor añadido y otra con sabor añadido. El objetivo fue determinar cuál de las dos formulaciones propuestas era preferida y cuál de ellas no presentaba diferencia estadística con el control. A la formulación que obtuviera una preferencia igual o superior a la del control comercial, se le consideró como la formulación optimizada.

#### 4.2.4 Determinación de vida de anaquel

##### 4.2.4.1 Isoterma de sorción

Con la finalidad de describir el proceso de sorción, tal como se describió para productos como polvo de mango (Jaya and Das, 2005), polvo de granada (Dak et al., 2014) y polvo de pulpa de piña (Viganó et al., 2012), se utilizó el modelo teórico de Brunauer-Emmett-Teller (BET) (Ecuación 3) (Charoen et al., 2015). Este modelo describe el equilibrio entre el contenido de humedad ( $X$ ,  $\text{kg kg}^{-1}$ , base seca) de la bebida en polvo como una función de la actividad de agua ( $a_w$ ) y el contenido de humedad ( $X$ ).

$$X = \frac{X_m C a_w}{(1 - a_w)[(1 - a_w) + C a_w]} \quad (3)$$

Donde  $X$  = contenido de humedad en equilibrio,  $X_m$  = contenido de humedad en la monocapa,  $C$  = constante,  $a_w$  = actividad de agua.

Para la determinación de la curva de isoterma de sorción del polvo para preparar la bebida, se siguió la metodología propuesta por Gaytán-Martínez and Murua-Pagola (2015) con algunas modificaciones. Para lograr las diferentes humedades relativas (HR) requeridas para el experimento, se utilizaron soluciones saturadas de cuatro sales: cloruro de litio (13.2% HR), cloruro de magnesio (32.5% HR), nitrato de magnesio (52.3% HR), cloruro de sodio (74.6% HR), y agua (99% HR). Las mediciones se realizaron por quintuplicado.

Los pasos seguidos para la experimentación fueron:

- a) Determinar la  $A_w$  y % de humedad de la bebida en polvo.
- b) Se prepararon los frascos con las sales y el agua necesaria para lograr la HR deseada y se dejaron acondicionar por 2 días.
- c) Transcurrido el tiempo, se pesaron muestras de 1 g de la bebida en recipientes para colocar en cada frasco. Se registró el peso del recipiente vacío y el peso inicial del polvo.
- d) Se acondicionaron cada uno de los frascos como se ilustra en la Figura 3.
- e) Cada uno de los recipientes que contenían el polvo se identificó con una letra de la A a la E. Y cada conjunto de cinco frascos se identificaron con un número del 1 al 5, cada uno para simbolizar una humedad relativa particular.
- f) Cada 3 días se registró el peso de las muestras, hasta llegar a un peso constante.
- g) El día que se llegaba al peso constante, se determinó  $A_w$  y temperatura de cada una de las repeticiones.

- h) A partir de los resultados obtenidos, se obtuvo la ecuación de la línea de tendencia del comportamiento del producto a las distintas HR.
- i) Se determinó el valor de la monocapa empleando la ecuación GAB, a partir de la cual se pudo predecir el tiempo de vida de anaquel del producto (sin envase).



**Figura 4 Frascos para determinación del isoterma de sorción**

Fotografía propia

#### 4.2.4.2 Determinación de vida de anaquel con envase

A partir de los resultados obtenidos del isoterma de sorción y de la predicción del modelo BET sin envase, se prosiguió a estimar y predecir la vida de anaquel del producto con envase. El objetivo fue evaluar, por un lado, la funcionalidad del envase y, por otro, poder predecir el periodo de vida útil del polvo.

Para ello, se siguió la metodología propuesta por Jha and Patel (2014), con algunas modificaciones. Las temperaturas de análisis fueron 25, 35 y 45°C. La bebida en polvo optimizada se envasó en sobres fabricados con dos capas: PET (por sus siglas en inglés, tereftalato de polietileno) y aluminio. Como variables respuesta se evaluaron actividad de agua ( $A_w$ ) y la variación de peso de cada muestra. El análisis se realizó durante 4 semanas. Cada semana se registró el cambio en el peso y la modificación en el valor de  $A_w$  para cada muestra. Al finalizar el análisis se determinó la tasa de reacción frente a las diferentes temperaturas. Además, se predijo la vida de anaquel del producto con el envase evaluado a una HR de 40%. El análisis se realizó por triplicado.

#### 4.2.5 Análisis bromatológicos del polvo

A la formulación de la bebida optimizada, seleccionada en la etapa 3 del análisis sensorial, se le practicaron los siguientes análisis proximales, para poder proceder a la elaboración de la etiqueta nutrimental del producto: contenido de humedad (método 925.23, AOAC, 2002), ceniza (método 925.23, AACC, 2000), proteína (método 920.15, AOAC, 2002), grasas (método de Soxhlet, método 920.39, AOAC, 2002), carbohidratos totales (para este se hizo por resta de valores, es decir, al 100%, se le restó el porcentaje de grasa, proteína, humedad y ceniza de las muestras, y la diferencia fue equivalente al valor de los carbohidratos totales), azúcares reductores (método DNS, Başkan et al. (2016)), fibra dietética total (AOAC, 2000), fibra dietaria insoluble (método 991.42, AOAC), fibra dietaria soluble (método 991.43, AOAC). Por último, se determinó el contenido calórico de la bebida en polvo tomando como base los datos de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, donde se indica que el aporte calórico de las proteínas es de 4 Cal/g, el de la grasa de 9 Cal/g y el de los carbohidratos de 4 Cal/g.

#### 4.2.6 Efecto de la bebida optimizada sobre los niveles de glucosa en sangre y la determinación de su índice glucémico

##### 4.2.6.1 Sujetos

La determinación del índice glucémico se llevó a cabo en dieciocho adultos jóvenes (11 mujeres y 7 hombres), con edades comprendidas entre los 22 y 30 años, e índices de masa corporal (IMC) normal de entre 20 y 24.9 kg/mt<sup>2</sup> se seleccionaron en las Facultades de Ingeniería y Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, para su participación en el estudio. Se entrevistó a cada uno de los participantes y se registró su historial médico. A cada participante se les tomó medidas antropométricas (peso, estatura, IMC y circunferencia abdominal) en ayunas, usando ropa ligera y sin calzado.

Los criterios de inclusión para el estudio fueron: ausencia de enfermedades crónicas o Diabetes Mellitus, sin tratamiento médico por prescripción y con valores bioquímicos normales. Los criterios de exclusión fueron: tabaquismo, medicación hipolipemiente, uso de esteroides y otros agentes que puedan influir en el

metabolismo de lípidos, padecimiento de problemas ligados a la tiroides, trastornos de alimentación recientes y eventos cardiovasculares sufridos en el último semestre. El estudio se llevó a cabo de acuerdo a los lineamientos de ética del Código de Helsinki y todos los procedimientos con seres humanos/pacientes fueron aprobados por el Comité de Ética (folio: 9366) de la Facultad de Ingeniería de la UAQ.

#### 4.2.6.2 Diseño del estudio

El estudio consistió en una prueba aleatorizada-cruzada donde se evaluaron los efectos del consumo de la bebida optimizada obtenida (OB) y de una bebida comercial (CB), sobre los niveles de glucosa en sangre de los participantes. Como producto control se utilizó una solución de 50 g de glucosa (GS) anhidra disuelta en 335 mL de agua.

Para determinar el índice glucémico (GI) de la OB, primero fue necesario determinar el de la GS para obtener los valores de referencia. Se solicitó a los participantes presentarse con un ayuno de 12 horas (tiempo 0) y se procedió a realizar el análisis de glucosa mediante punción en el dedo. Posteriormente, se dio a los participantes la solución GS, la cual consumieron en un tiempo no mayor a 10 minutos, después de lo cual se tomaron muestras de sangre capilar a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos por medio de punción en la yema del dedo con una lanceta automática, misma que fue recolectada en la tira reactiva de la marca Accu-check active glucose para su análisis con un glucómetro de la marca Accu-check. Siete días después, siguiendo la misma metodología que se usó para la GS, se les dio una porción con 50 g de carbohidratos del polvo para preparar la OB, disueltos en 335 mL de agua simple, misma que consumieron en un lapso de 10 minutos. Para la determinación del GI de la CB se siguió la misma metodología que para la OB, donde se les dio a los participantes la cantidad de líquido adecuada que contuviera 50 g de carbohidratos. Para la construcción de la curva de glicemia, se graficaron los tiempos de toma de muestra contra los valores de glucosa en sangre para la GS, la OB y la CB. El IG se calculó por la determinación del área bajo la curva (AUC) de glicemia durante dos horas que se produce por el consumo de cierto alimento. Se

dividió el valor de AUC OB o CB entre el valor de AUC de la referencia (GS) y se multiplicó por 100 (Guerrero et al., 2016).

#### 4.2.7 Diseño de marca, empaque y etiqueta

Para el diseño de la marca y nombre comercial del producto, se recurrió a asesoría con expertos en el tema en el CAIDEP. Se esperaba que, a través de la marca se pudiera reflejar salud, bienestar, una opción natural y fresca, por lo que el nombre debería ser corto pero significativo; y la imagen de la marca, tener colores azules que mostraran salud y amarillos que representaran el color característico del mango.

En cuanto al envase, se llevó a cabo una búsqueda para encontrar un envase que pudiera ser un factor diferenciador del producto y que su forma pudiera facilitar su uso con botellas comerciales de agua natural, y que además fuera práctico.

Para el etiquetado del producto, se siguió lo especificado en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, que hace referencia a lo que se debe incluir en el etiquetado frontal y trasero del envase. De igual manera, de acuerdo con el nuevo etiquetado frontal establecido por la COFEPRIS (2010), se determinaron y calcularon los valores de grasas, azúcares totales, sodio y energía por porción y por envase del producto.

#### 4.2.8 Análisis y proyección financiera

A partir de obtener la formulación final optimizada y estandarizada, fue posible establecer las cantidades requeridas de cada ingrediente de la formulación y asignarles el costo unitario, para así poder establecer los costos variables (CV) y proyectar las ventas del producto. Además, se definieron los costos fijos y se calculó el TREMA para el producto en la ciudad de Querétaro, tomando en cuenta el tipo de cambio del dólar, CETES, el crecimiento del sector secundario y el precio del barril de petróleo. En base a la información proyectada, se calculó el valor de punto de equilibrio (Ecuación 4) en valor de ventas en pesos y el número de unidades requeridos por año, mes y día.

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \left(\frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas totales}}\right)} \quad (4)$$

Para el ejercicio, se hizo una proyección financiera del proyecto a 5 años, y las razones financieras que se calcularon fueron: capital de trabajo, razón del circulante, prueba del ácido, rotación de cuentas por cobrar, el número de días de ventas por cobro, el promedio de ventas diarias, rotación de inventario, rotación de activo fijo y de pasivo, nivel de autonomía, rendimiento sobre activo total promedio (ROA) y rendimiento sobre capital total promedio (ROE).

#### 4.2.9 Validación con el usuario de la bebida optimizada

Para la validación final de la bebida optimizada, se llevó a cabo un estudio de Focus Group donde participaron 11 adultos jóvenes con edades comprendidas entre los 22 y 24 años. Los participantes eran alumnos del ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey).

Para facilitar la tarea del moderador se elaboró un guión de discusión, mismo que se usó durante la sesión de trabajo; el guión utilizado se muestra en el Anexo 4, así como los dos cuestionarios aplicados a los participantes. El primer cuestionario (Anexo 5) fue referente a su consumo de bebidas altas en fibra, y el segundo (Anexo 6), incluía algunas preguntas acerca de sus costumbres personales de consumo en general y las relacionadas como tal, con su percepción respecto a la bebida optimizada desarrollada.

#### 4.3 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la primera etapa del análisis sensorial, se compararon en el paquete estadístico de Minitab 17, a través del método de Kruskall-Wallis para identificar si existían o no diferencias significativas entre las muestras evaluadas, para los diferentes parámetros calificados, con un nivel de confianza de  $\alpha=0.05$ .

Para la optimización, el número de tratamientos estudiados, se estableció para el ajuste de un modelo de primer orden. Los resultados del análisis factorial

aleatorio 3<sup>3</sup> se evaluaron en el paquete estadístico de Minitab 17. Las variables independientes, así como sus niveles fueron definidos después de los trabajos preliminares, para determinar los niveles máximos y mínimos de cada variable. Las variables independientes evaluadas fueron concentración de: CMC (0.5, 1 y 2%), goma xantana (0.5, 1 y 2%) y dióxido de silicio (0.5, 1 y 2%). La significancia del modelo se justificó mediante el análisis de la varianza (prueba F), y el efecto de las variables fueron observadas a través de los gráficos de superficie de respuesta.

Respecto a la optimización para la bebida, para seleccionar la mejor formulación se tomaron en cuenta dos variables respuesta: viscosidad e índice de sedimentación. Se realizó un análisis de regresión lineal en donde se consideraron valores mínimos para estas variables respuesta.

Para los análisis sensoriales de las etapas 2 y 3, se hizo una comparación de medias con T de student, donde se contrastó el puntaje (suma de rango) obtenido para cada bebida, con el fin de identificar si existían o no diferencias significativas entre las muestras evaluadas, con un nivel de confianza de  $\alpha=0.05$ .

Los valores obtenidos en la determinación del índice glucémico se expresaron como la media y desviación estándar. Los datos se sometieron a un análisis de ANOVA de dos vías y, para determinar si existían diferencias significativas entre muestras se utilizó la prueba de Tukey ( $P<0.05$ ).

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1 Estudio de prefactibilidad**

#### **5.1.1 Lluvia de ideas**

A partir de la búsqueda documental, se identificó el problema de la deficiente calidad de alimentación en México, pues la mayoría de la población se alimenta de productos altamente procesados que no aportan ningún beneficio a su salud. Al contrario, se ha relacionado esta mala calidad de ingesta con graves problemas de salud como lo son obesidad, sobrepeso, diabetes tipo II y cáncer en

el sistema digestivo. Tomando en cuenta este panorama, algunas empresas se han enfocado en desarrollar productos funcionales. Así, que al tener en cuenta esto, fue que se comenzó con la lluvia de ideas, partiendo de haber identificado también que la fibra es un ingrediente funcional que ayuda a mejorar el proceso digestivo y, además que en el país los mexicanos apenas consumen en promedio 15.8 g de fibra, de los 30 g recomendados. Así pues, a partir de la lluvia de ideas, se obtuvo lo siguiente (Figura 5):

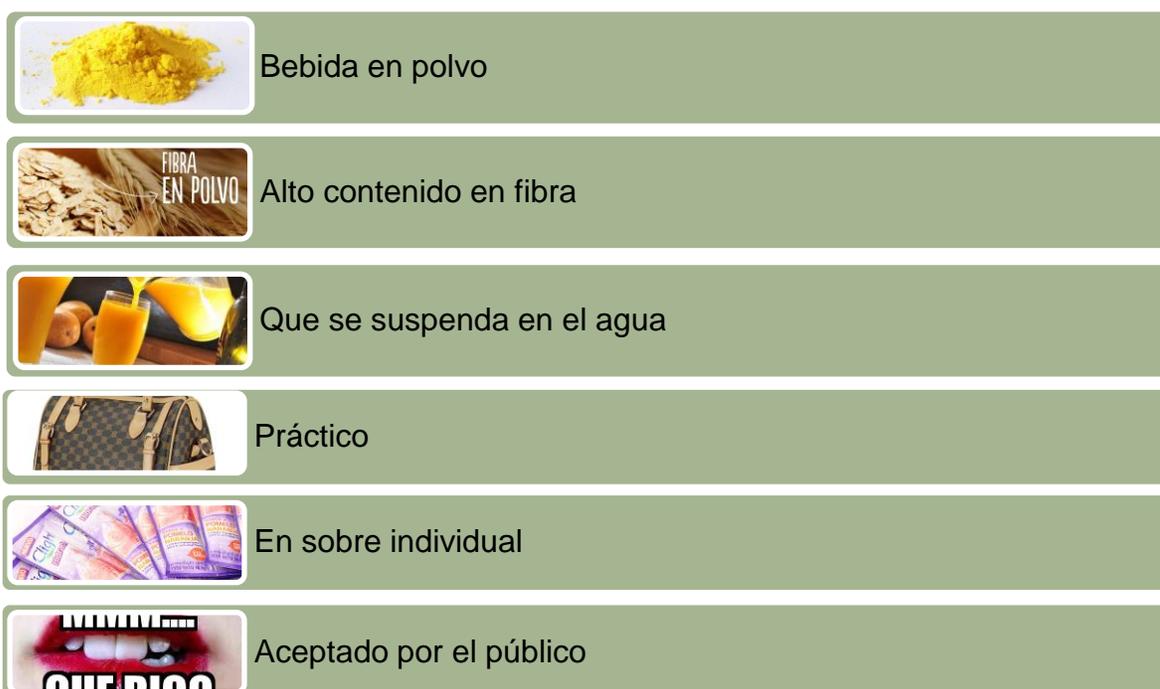


Figura 5 Lluvia de ideas generada para una bebida rica en fibra a partir del bagazo de mango

A continuación, se explica de forma más detallada en qué consiste cada una de estas ideas:

- **Bebida en polvo:** se propuso que la bebida fuera en polvo y no en forma líquida, pues así se garantizaría una larga vida de anaquel sin la necesidad de adicionar conservadores.
- **Alto contenido en fibra:** como se menciona antes, se ha identificado a la fibra como un ingrediente funcional, y dentro de la variedad de fuentes de fibra, recién se ha comenzado a investigar el efecto de la fibra del bagazo del mango pues al ser un desperdicio de la industria alimenticia. Si se

utiliza, se estaría apoyando a disminuir la contaminación relacionada con este proceso y apoyando a las empresas que genera pérdidas económicas grandes por esta gran cantidad de residuos. Aunado a esto, un alto contenido en fibra, podría ayudar a los consumidores a incrementar de manera significativa su consumo en la dieta.

- **Que se suspenda en el agua:** por sus características la fibra soluble por lo general es capaz de suspenderse en el agua, sin embargo, la fibra insoluble no, y tiende a sedimentarse (Matos-Chamorro and Chambilla-Mamani, 2015). El objetivo con lograr que el polvo se suspenda en el agua tiene que ver también con lograr que todo el polvo vertido en el agua sea aprovechado e ingerido por el consumidor.
- **Práctico:** esta característica es muy importante pues al ser práctico permitirá que el usuario pueda llevar el sobre en su bolsa, mochila o portafolios sin necesidad de ocupar mucho espacio, logrando que esté disponible para ser consumido en cualquier lugar y momento del día.
- **En sobre individual:** se planteó una presentación individual pues es mucho más fácil para la dosificación pues, por ejemplo, Tang marca líder en polvos para preparar bebidas, maneja rendimientos de su producto para dos litros, pues su enfoque es la familia, sin embargo, al buscar producto para una botella de agua individual, es recurrente que sea difícil dosificar el polvo que rinde para 2 L, pues por lo general no se cuenta con el equipo para esta medición precisa.

Además, los nuevos estilos de vida se identifican con familias cada vez más reducidas de un menor número de integrantes, lo que ha hecho que el mercado de los productos alimenticios migre hacia un tamaño de porción o envase de consumo individual.

- **Aceptado por el público:** como todo producto, deberá contar con la aprobación por el público consumidor, pues sin ella, éste no será comprado.

### 5.1.2 Conceptualización

A partir de las ideas generadas, el siguiente paso es conceptualizar esas ideas para lograr el desarrollo de un producto como tal. Así, la conceptualización del producto gráficamente se ilustra a continuación (Figura 6):



**Figura 6 Conceptualización de la bebida en polvo**

- **Producto saludable:** se establece el producto como saludable pues además de ayudar a promover un consumo de fibra en la población con un alto contenido de este, definido en el documento “Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables” por la FAO (2010), les podrá auxiliar en mejorar su digestión, teniendo un efecto benéfico sobre la salud. Además, no se le añadió azúcar, contribuyendo a disminuir los índices de consumo de azúcares. En este caso, el mínimo que debe contener de fibra para contribuir a su consumo, y cumpliendo con la norma para considerarse un producto alto en fibra, fue mínimo del 20% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR), que es de 30 g, por lo que el 20% equivale a 6 g de fibra (FAO, 2010), tomando en cuenta los valores establecidos de la IDR y cumpliendo con estos valores de la IDR de fibra, presentes en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.
- **Aceptado sensorialmente:** para lograr esta aceptación, la bebida debe contar con un sabor agradable y una buena consistencia en boca percibida por el consumidor.

- **Ingrediente novedoso:** parte de la aceptación en el mercado, consiste en salir de lo convencional y utilizar ingredientes nuevos que le causen curiosidad e incite al consumidor a probarlo, pues en el mercado de bebidas no existe alguna que esté elaborada a partir del bagazo de mango. Por lo general, las empresas que elaboran bebidas a base de mango, sólo utilizan la pulpa del fruto en su elaboración, no el bagazo. Por lo tanto, la innovación es el uso de un subproducto de la agroindustria.
- **Reto de desarrollo:** es importante identificar los posibles retos del proyecto para así tenerlo presente y buscarle solución. El principal reto del producto es lograr una bebida con un sabor agradable a base del bagazo de mango, y aunado a esto, lograr la suspensión de las partículas del polvo, buscando una consistencia adecuada para el público consumidor.
- **Nuevo enfoque:** en el mercado actualmente se ofrecen suplementos en polvo para preparar bebidas, los cuales su composición primaria son los concentrados de fibra o bien, se ofertan bebidas adicionadas con gomas (fuentes de fibra soluble), por lo que el nuevo enfoque se centra en el desarrollo de una bebida en polvo que forme parte de la alimentación cotidiana de las personas y que complemente su dieta.
- **En polvo:** como se estableció en la lluvia de ideas, a partir de un consumo más responsable que marcan las tendencias en alimentación, se buscó utilizar en la medida de lo posible la menor cantidad de aditivos, entre los cuales se encuentran los conservadores, y la mejor manera de lograrlo fue al desarrollar un producto en polvo, pues al tener tan reducida su actividad de agua, se previene la proliferación de microorganismos, evitando el uso de algunos aditivos como conservadores.

### 5.1.3 Identificación del mercado meta

Ahora que ya se conocían las características del producto se pudo definir e identificar el mercado meta, pues permitió definir el rumbo del producto y quién sería su consumidor final. En este caso, el producto se enfocó al mercado de personas que buscan cuidar su salud, en particular la digestiva y lo relacionado con

mantener niveles sanos de glucosa en sangre; pues fueron algunos de los efectos esperados al usar fibra del bagazo de mango como ingrediente principal en la bebida. Sin embargo, al ser una bebida en polvo, también podrá consumirse por el público en general. Así, se estableció que el mercado meta debía estar en el rango de los 18 a los 65 años, pues a partir de los 65 años, el grupo de personas categorizado como de la tercera edad, cuenta con otros requerimientos nutricionales distintos. En este caso, no cobra relevancia el género pues tanto hombres como mujeres consumen este tipo de productos.

Así la selección del público se basó en identificar un consumo de fibra general pues para todos los adultos, de acuerdo con la IDR, se recomienda un consumo mínimo de fibra al día, así para la población sin importar el sexo con el fin de aumentar el consumo de fibra en su dieta y posiblemente ayudar a prevenir enfermedades o padecimientos relacionados con un bajo consumo de fibra, excluyendo los adultos mayores quienes sus requerimientos nutricionales son distintos.

#### 5.1.4 Identificación de productos control y competencia en el mercado

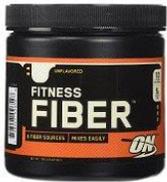
Los resultados obtenidos de la búsqueda se muestran en las Tablas 11, 12 y 13.

**Tabla 11 Productos control: bebidas líquidas o en polvo**

<b>Marca</b>	<b>Tipo de producto</b>	<b>Mención de fibra</b>	<b>Fuente de fibra</b>	<b>Porción</b>	<b>Fibra por porción (g)</b>	<b>Fibra por 100 g o 100 mL (g)</b>
Alpura mujer	Leche	Adicionada con fibra	Inulina	240 mL	2.5	1
Yogurt Bio Balance	Yogurt	Adicionado con fibra	Piña, apio, nopal	250 mL	4	1.6
Amarantalli	Bebida en polvo	Alto en fibra	Amaranto integral	100 g	7	7
Licuavena	Bebida en polvo	Elaborado con fibra natural	Avena	30 g	2.2	2.2
Chocolate Ibarra	Bebida en polvo	Con fibra de inulina	Inulina	25 g	2.3	2.3

Respecto a las fuentes de fibra, se puede observar que no se encuentra algo similar al bagazo ya sea de mango o de alguna otra fruta o verdura. En cuanto al contenido de fibra por cada 100 g o mL, los valores van de 1 g en la leche Alpura mujer hasta los 7 g. Se podría decir que por definición, el polvo para preparar una bebida de la marca Amarantalli es alta en fibra, sin embargo, su porción es de 100 g, lo que implica que su porcentaje de fibra real es del 7%, y de acuerdo con la literatura, el bagazo de mango manila cuenta con un contenido en fibra del 37.12% por lo que presenta ventaja frente a Amarantalli (Hernández-Navarro, 2015).

**Tabla 12 Productos control: suplementos de fibra**

Imagen	Marca	Fuente de fibra	Porción (g)	Fibra por porción (g)	Fibra por 100 g o 100 mL (g)
	Optimum Nutrition fibra fitness	Polidextrosa, maldodextrina, inulina, goma guar	6.5	5	76.9
	Certified Organic Fiber-3	Linaza y gomas	17	7	41.2
	BarnDad's FiberDX	Proteína isolada de soya, avena, soya, psyllium, maltodextrina	20	11	55
	PRO FIBER	Enzimas digestivas, avena, fibra guisante y bamboo	10	9	90



Organic  
Psyllium  
Powder

Psyllium

9

7

77.7

Respecto a los suplementos, se puede observar que las porciones van desde los 6.5 g hasta los 20 g, y los porcentajes de fibra por cada 100 g van desde el 41.2% hasta el 90%. Estos productos alcanzan tan altos porcentajes pues su formulación es a base de fuentes de fibra aisladas en combinación con gomas (fibra soluble).

En cuanto a una bebida control como tal, el pasado julio del 2017 hizo su aparición en los estantes queretanos en Walmart y Sam's una nueva bebida: Fibré, como parte de la línea de productos de la marca Valle Redondo. Esta bebida por sus características y propiedades, podría ser tomada como competencia directa del producto desarrollado. A continuación, se presenta una tabla con información más detallada acerca de este nuevo producto (Tabla 13).

**Tabla 13 Producto control directo: bebida Fibré**

Marca	Tipo de producto	Mención de fibra	Ingredientes	Porción	Fibra por porción	Fibra por 500 mL	Precio
Fibré	Agua saborizada	Agua + fibra	Agua purificada, <b>fibra soluble</b> , saborizantes naturales y artificiales, ácido cítrico, hexametáfosfato de sodio, benzoato de sodio, sucralosa (7 mg/100 ml), acesulfame potásico (5 mg/100 ml)	200 mL	2.5 g	6.25 g	\$15

### 5.1.5 Ingredientes

A partir de la identificación de los productos control y competencia del mercado, y de analizar sus ingredientes, estos fueron los datos obtenidos (Tablas 14 y 15):

**Tabla 14 Ingredientes de productos comerciales**

<b>Producto</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Ingredientes primarios</b>	<b>Ingredientes secundarios y terciarios</b>
Alpura mujer	Leche descremada, fibra dietética (inulina), celulosa microcristalina, carbonato de calcio, goma celulosa, goma guar, sulfato ferroso y vitaminas y ácido fólico	Leche descremada	<b>Fibra dietética (inulina)</b> , celulosa microcristalina, carbonato de calcio, <b>goma celulosa, goma guar</b> , sulfato ferroso y vitaminas y ácido fólico
Yogurt Bio Balance	Leche semidescremada, preparado de fruta 10%, azúcar y/o fructosa, fibra dietética, sólidos de leche, almidón modificado, grenetina, pectina, mono y diglicéridos, fibra de trigo	Leche semidescremada, preparado de fruta 10%, azúcar y/o fructosa, <b>fibra dietética</b> , sólidos de leche	Almidón modificado, grenetina, pectina, mono y diglicéridos, <b>fibra de trigo</b>
Amarantalli	Harina integral de amaranto, canela molida, sabor nuez, stevia, xantana	<b>Harina integral de amaranto</b> , canela molida	Sabor nuez, stevia, <b>xantana</b>
Licuavena	Avena pulverizada, azúcar, cocoa, saborizante natural y artificial a chocolate, sal yodada, potasio, colorantes, carragenina, magnesio, vitamina C, hierro, niacina, vitamina E, zinc, piridoxina, tiamina, riboflavina, vitamina A, ácido fólico, vitamina D, vitamina B12	<b>Avena pulverizada</b> , azúcar, cocoa	Saborizante natural y artificial a chocolate, sal yodada, potasio, colorantes, carragenina, magnesio, vitamina C, hierro, niacina, vitamina E, zinc, piridoxina, tiamina, riboflavina, vitamina A, ácido fólico, vitamina D, vitamina B12
Chocolate Ibarra	Azúcar, cocoa, inulina, lecitina de soya y amarillo 5	Azúcar, cocoa	<b>Inulina</b> , lecitina de soya y amarillo 5

Hay que destacar que las fuentes de fibra son extractos (inulina), gomas o cereales, no fibras naturales de frutas o verduras, además de que usan en sus fórmulas azúcar. En cuanto a azúcar, la desventaja principal es que promueven y aportan más azúcar a la dieta de los consumidores (García-Almeida et al., 2013; Reyes-Sánchez et al., 2015). En relación a las fuentes de fibra que ya se usan en el mercado, la ventaja del producto desarrollado es que se usa una fuente de fibra que es un residuo de la agroindustria. Un beneficio notable es el nulo costo de adquisición de la materia prima, pues en muchas de estas industrias, el bagazo es un desperdicio, por lo que lo donan sin costo alguno.

**Tabla 15 Ingredientes de suplementos alimenticios**

<b>Producto</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Ingredientes primarios</b>	<b>Ingredientes secundarios y terciarios</b>
Optimum Nutrition fibra fitness	Mezcla de fibras que incluye: polidextrosa, maltodextrina resistente a la digestión, inulina, goma guar parcialmente hidrolizada, psyllium, cáscara de semilla, goma arábica	Mezcla de fibras que incluye: polidextrosa, maltodextrina resistente a la digestión, inulina, goma guar parcialmente hidrolizada, psyllium, cáscara de semilla, goma arábica	No aplica
Certified Organic Fiber-3	Semillas de lino orgánico dorado: (molido en frío), goma acacia orgánica e inulina orgánica (FOS)	Semillas de lino orgánico dorado: (molido en frío), goma acacia orgánica e inulina orgánica (FOS)	No aplica
BarnDad's FiberDX	Proteína isolada de soya, fibra de avena, fibra de soya, psyllium, maltodextrina, fibra de remolacha, celulosa y fibra de salvado de avena	Proteína isolada de soya, fibra de avena, fibra de soya, psyllium, maltodextrina, fibra de remolacha, celulosa y fibra de salvado de avena	No aplica
PRO FIBER	Mezcla de enzimas digestivas (proteasa, amilasa, bromelina, lipasa, celulasa), lactobacilos y mezcla de fibra (fibersol 2, fibra de avena, fibra de guisante y fibra de bamboo)	Mezcla de enzimas digestivas (proteasa, amilasa, bromelina, lipasa, celulasa), lactobacilos y mezcla de fibra (fibersol 2, fibra de avena, fibra de guisante y fibra de bamboo)	No aplica

Organic Psyllium Powder	Cáscara orgánica de psyllium en polvo	Cáscara orgánica de psyllium en polvo	No aplica
-------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	-----------

En relación a los suplementos, todos sus ingredientes se consideran primarios, porque son fuentes de fibra o son gomas, lo que, de hecho, les da esos altos porcentajes de contenido de fibra. En este tipo de productos lo que importa es cuál aporta la mayor cantidad de fibra, no cuál es el de mejor sabor.

#### 5.1.6 Ventajas del producto

A partir del estudio de mercado, referente a bebidas líquidas o en polvo, a suplementos y al producto control directo, se identificaron las siguientes ventajas:

- Ventaja frente a bebidas líquidas o en polvo: para considerarse una bebida alta en fibra, de acuerdo con la FAO (2010) debe cumplir con aportar mínimo el 20% de la IDR respecto a fibra por porción, lo que equivale a mínimo 6 g de fibra por porción. En esta investigación, ninguna de las bebidas ya sea líquida o en polvo cumple con este mínimo, por lo que la ventaja del producto que se desarrolla será que este sí tendrá un alto contenido en fibra.
- Ventaja frente a los suplementos: de acuerdo con la NOM -251-SSA1-2009, un suplemento alimenticio es un “producto a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes” (Toscano Velasco, 2009), y por lo general, éstos no son de buen sabor, así que una ventaja frente a ellos será un sabor que incite a su consumo. Otra ventaja será su fácil portabilidad y uso, pues muchas veces en el caso de los suplementos vienen en botes grandes que contienen varias porciones, por lo que no es fácil llevarlo a todas partes.

- Ventaja frente al control directo: al observar su lista de ingredientes, Fibré utiliza como fuente de fibra lo que parecen ser gomas (fibras solubles) y gran cantidad de aditivos, por lo que algunas ventajas podrían ser el uso de una fuente natural de fibra, que además presenta una buena proporción entre fibra soluble e insoluble. Al final, esto presenta un mayor beneficio, pues ambos tipos de fibras son los que se complementan para dar el efecto funcional que se busca en el sistema digestivo, y no sólo la fibra soluble. Y en cuanto a aditivos, se busca usar el menor número y cantidad de ellos. Además de que la fuente de fibra de la bebida desarrollada es un residuo de la agroindustria, lo que le aporta un valor agregado y diferenciador al desarrollo.

#### 5.1.7 Definir el tipo de desarrollo

Para el producto que se propone, el tipo de desarrollo se clasifica entonces como “nuevo producto” en el mercado, pues a partir de la investigación realizada se concluyó que no existe en la actualidad en el mercado algún polvo para preparar bebidas que sea alto en fibra, que no sea un suplemento. Aunado a esto, la fuente de fibra que se utiliza es innovadora, pues en el mercado local aún no existen productos que lo usen en su formulación para bebidas. Esto se estableció a partir de la observación de los productos control y de la competencia real que se encontró en el mercado actual.

#### 5.2 Estudio del mercado y comportamiento del consumidor

La Tabla 16 muestra un condensado de las respuestas obtenidas por ambos grupos.

**Tabla 16 Resumen de respuestas de ambos grupos del Focus Group**

Pregunta	Respuestas GRUPO 1 y GRUPO 2
1. ¿Para ustedes qué es la fibra?, ¿Qué entienden por fibra o qué saben de ella en general?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a la digestión y el estreñimiento</li> <li>• Algunos alimentos naturales ricos en fibra son: piña, manzana, zanahoria, cereales, papaya</li> </ul>

<p>2. Me podrían decir algunas fuentes de fibra que ustedes conozcan?</p>	<p>NATURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frutas y verduras</li> <li>• Cereales</li> </ul> <p>PROCESADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cereales</li> <li>• Bebidas</li> <li>• Galletas y barras <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pan</li> </ul> </li> </ul>
<p>3. Y ya que saben que es importante consumir fibra, ¿En la actualidad, regularmente consumen fibra?, ¿qué tan frecuente?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diario</li> <li>• 2 o 3 veces a la semana</li> <li>•</li> </ul>
<p>4. ¿Sabían que en tiendas pueden encontrar productos ricos en fibra que les pueden ayudar a juntar los 30 gr al día? ¿Cómo cuáles conocen? ¿Qué marcas identifican?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pan doble fibra</li> <li>• Pan 7 granos <ul style="list-style-type: none"> <li>• All- Bran</li> <li>• Activia</li> <li>• Bimbo</li> </ul> </li> </ul>
<p>5. Si han consumido estos productos, me gustaría saber ¿qué les parecen, en cuanto a sabor, textura, colores de empaque?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al 50% les gusta All-Bran</li> <li>• Los consumen por beneficios</li> <li>• Las barras les parecen secas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son secos</li> <li>• Grumos indeseables</li> <li>• Sabor a cartón</li> </ul> </li> </ul>
<p>6. ¿Qué consideran que se podría hacer para fomentar más el consumo de estos productos ricos en fibra?</p>	<p>Añadir a bebidas, botanas, golosinas Los consumirían más si...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuvieran un sabor rico</li> <li>• Si fueran portátiles</li> <li>• Si se explicara que los beneficios con para TODOS</li> <li>• Si el empaque no parece artificial</li> </ul>
<p>7. Por ejemplo, en el Oxxo, que es una tienda que podemos encontrar en todas partes, no sólo hablando de fibra, ¿qué productos son los que compran más y por qué?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bebidas: refrescos, agua polvo, jugos, yogurt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botanas</li> <li>• Galletas</li> <li>• Barras</li> <li>• Cerveza</li> </ul> </li> </ul>
<p>8. En relación a las bebidas en polvo, ¿qué opinan?, Normalmente vienen en presentaciones para preparar 2 litros, ¿Esa presentación les agrada o les gustaría que hubiera alguna otra presentación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo 1: 600 ml, 1 o 1.5 Lt</li> <li>• Grupo 2: está bien así <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para termos</li> </ul> </li> </ul>

---

9. ¿Ustedes saben qué es el bagazo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelitos</li> <li>• Lo que queda al final</li> <li>• Lo que se queda</li> <li>• Lo que se tira</li> </ul>
10. Si pensáramos en mezclar el mango con otro sabor, ¿qué sabor recomendarían ustedes?	<p>3 sabores favoritos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naranja, fresa y kiwi</li> </ul>
11. Para ir concluyendo, me gustaría saber si, ¿ustedes acostumbran a leer las etiquetas de estos productos ricos en fibra?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO, la mayoría</li> <li>• Si dice fibra yo les creo</li> </ul>

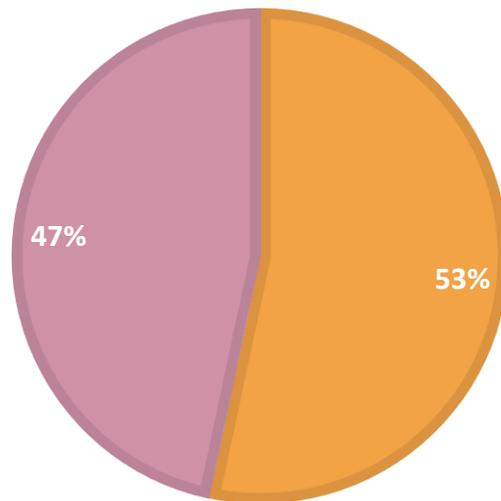
---

La información de las respuestas fue agrupada por frecuencia y similitud para su mejor análisis. Las Figuras de la 6 a la 16 presentan la información obtenida. Para fines de la investigación se tomaron como referencia las respuestas que presentaran mayor relevancia en el número de repeticiones o buscando una selección con la conceptualización del producto para determinar los conocimientos del mismo referente a lo que el público deseaba y sabía.

Por lo tanto las características que sobresalieron de las respuestas de los participantes al focus group fueron que la fibra es buena para la digestión, se conocen mayoritariamente fuentes de fibra de productos procesados, se consumen dos a tres veces alimentos ricos en fibra por semana, los productos que se conocen por su alto contenido en fibra, que se prefiere el consumo de este tipo de productos por su beneficio, que el sabor puede mejorar y, así fomentar el consumo y que la presentación es más versátil en su forma individual. Así se seleccionaron las características aceptables y que se puedan abarcar en del desarrollo del producto.

A continuación, se muestran las respuestas de ambos grupos (Figura 7 a la 17):

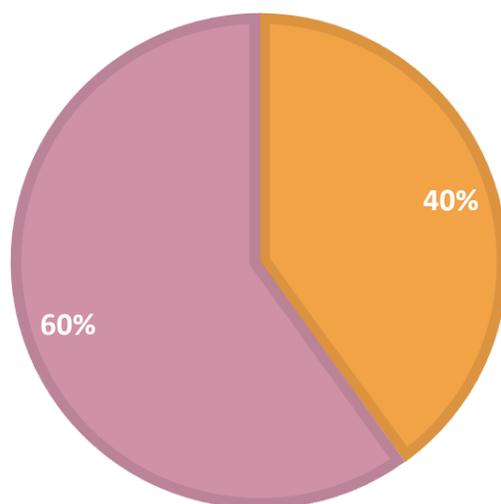
- Ayuda a la digestión
- Alimentos naturales ricos en fibra: piña, manzana, zanahoria, cereales



**Figura 7 ¿Qué es la fibra?**

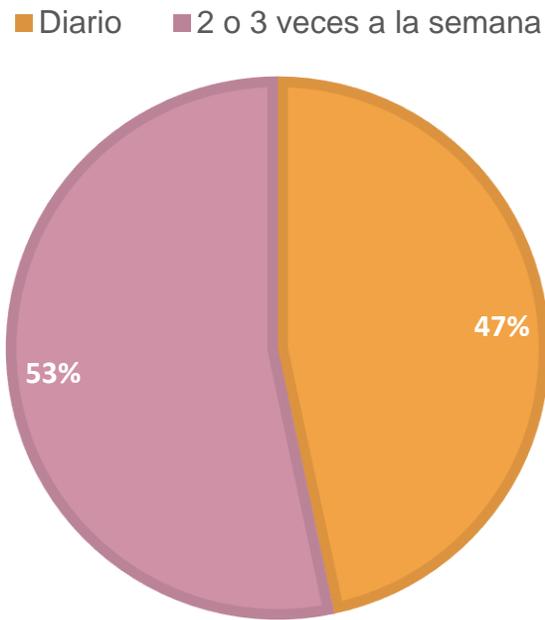
En la Figura 7 se muestra que el 53% de los participantes conocen que la fibra es un alimento que ayuda o beneficia el proceso digestivo, mientras que el 47% además de saber que ayuda a la digestión, identifican algunas fuentes naturales de fibra, como la manzana, piña, zanahoria o cereales.

- Naturales (frutas, verduras, cereales)
- Procesados (cereal procesado, suplementos, galletas, pan y barras)



**Figura 8 Fuentes de fibra**

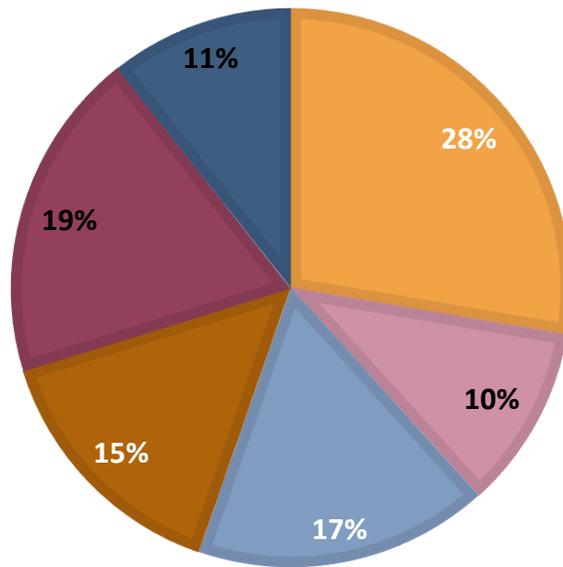
De acuerdo con la Figura 8 se puede apreciar que las personas identifican dos tipos de fuente de fibra, las naturales y las procesadas, siendo estas últimas las más populares (60%). Algunos ejemplos de alimentos procesados fuentes de fibra que conocen son: cereales procesados como All-bran, suplementos, galletas, pan y barras.



**Figura 9 Consumo habitual de fibra**

En la Figura 9 se muestra la frecuencia del consumo de fibra en la dieta de los participantes a la semana, donde cabe resaltar que el 47% la consume diario. Sin embargo, el resto de los participantes equivalente al 53% lo consumen frecuentemente de 2 a 3 veces por semana.

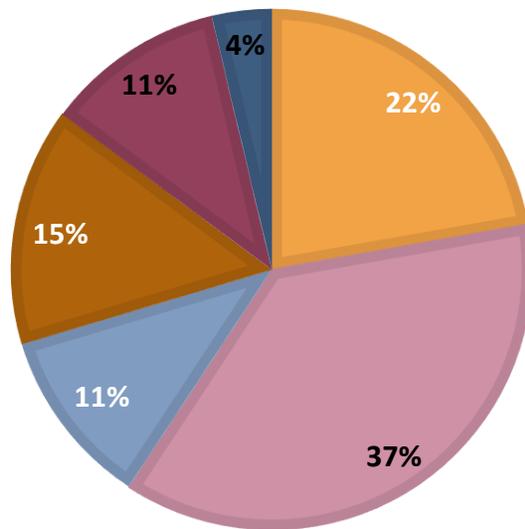
■ Pan doble fibra    ■ Pan 7 granos    ■ All-bran  
■ Activia    ■ Bimbo    ■ Cereal fitness



**Figura 10 Productos ricos en fibra de acuerdo con el consumidor**

En la Figura 10 se aprecia una amplia gama de productos considerados por el consumidor como altos en fibra. Cabe resaltar que la mayoría de estos, sus principales ingredientes son cereales, siendo el más popular el pan doble fibra de Bimbo®.

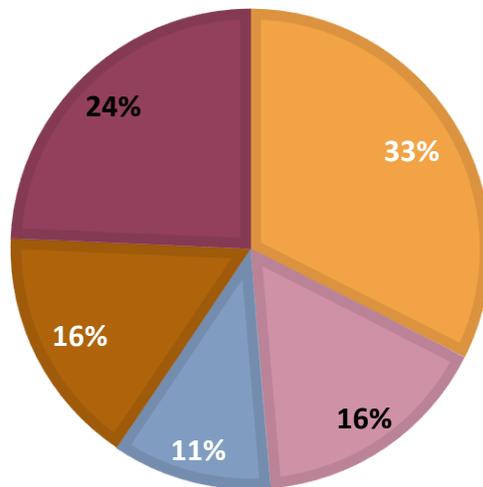
- Sí me gustan
- Los consumo por los beneficios
- Las barras son secas
- Son secos
- Grumos indeseables en polvos
- Sabor a cartón



**Figura 11 ¿Qué les parecen estos productos?**

En esta Figura 11 se muestran algunas características y cualidades, razones o defectos que el consumidor identifica como áreas de oportunidad en los productos ricos en fibra. El 37% de los participantes consumen los productos por los beneficios que le atribuyen; mientras que el 4% no lo consumen porque algunos de ellos perciben estos productos con un sabor desagradable (sabor a cartón).

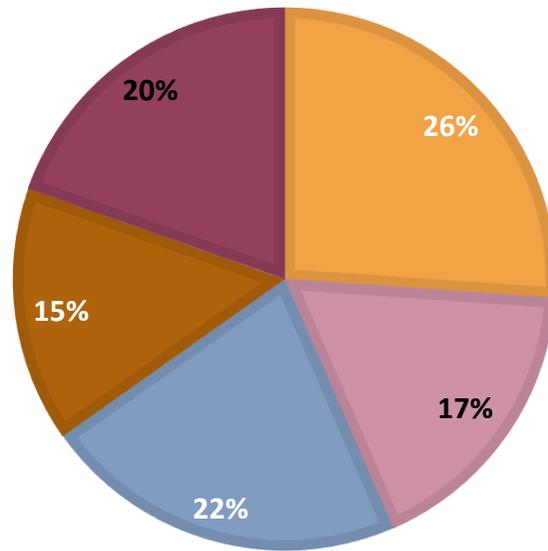
- Si su sabor fuera más rico
- Si fuera portátil y de fácil consumo
- Si se globalizara su consumo
- Si el empaque no se ve artificial
- Si se añadiera a algo de consumo cotidiano



**Figura 12 Medidas para fomentar el consumo de productos ricos en fibra**

De acuerdo con la Figura 12 se puede observar que las personas están dispuestas a consumir productos altos en fibra si su sabor fuera más agradable; además, se identifican cualidades que deberían cumplir este tipo de productos, como: añadirse a productos de consumo cotidiano, ser portátil, con presentación e imagen llamativa, pero sin caer en lo sintético o artificial.

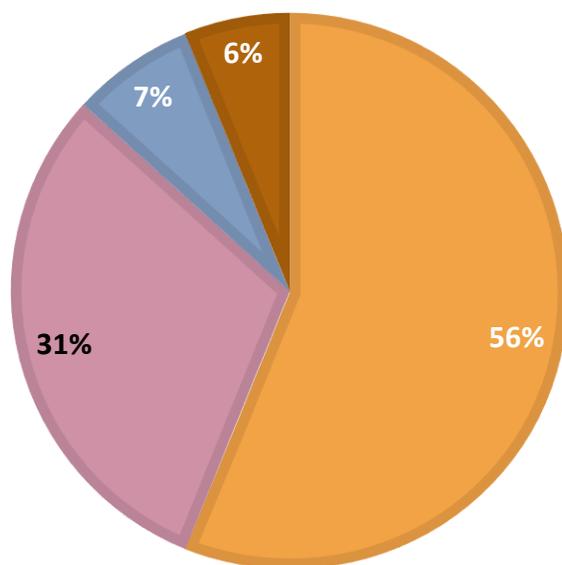
■ Bebidas ■ Botanas ■ Galletas ■ Barras ■ Cerveza



**Figura 13 ¿Qué productos compran más en tiendas de conveniencia?**

En la Figura 13 se muestra que las bebidas en general, es el producto más consumido en las tiendas de conveniencia (26% como primera opción de compra). La cerveza, que entra en la categoría de bebida, pero con alcohol, obtuvo un 20% de preferencia de los participantes.

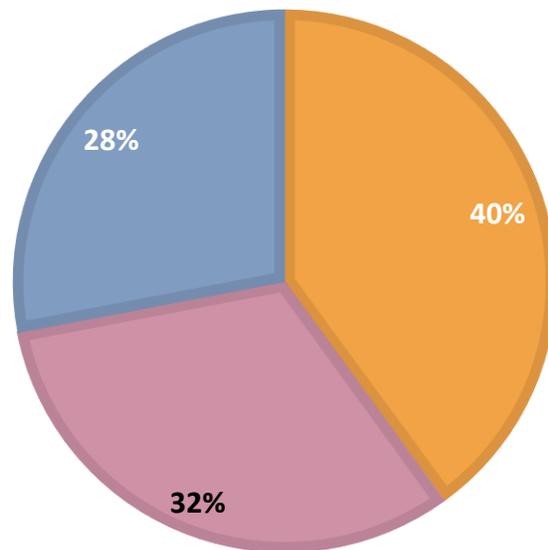
- Botella individual (500 mL aprox)
- 1 L
- 1.5 L
- 2 L (lo normal)
- Para termos



**Figura 14 Presentaciones en bebidas de mayor consumo**

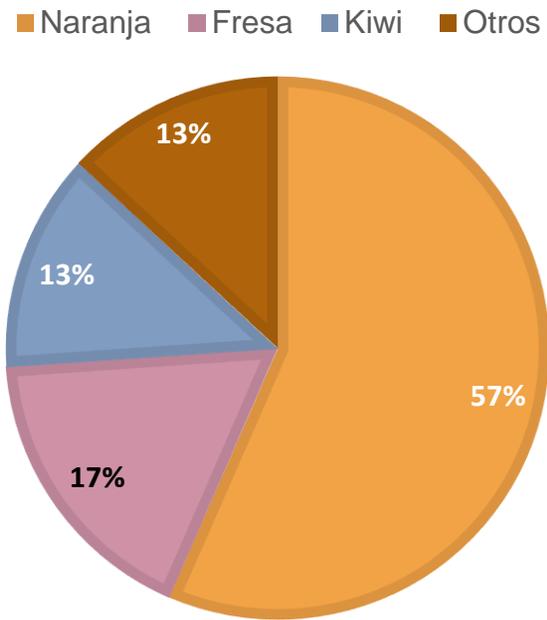
La Figura 14 muestra que las personas prefieren una presentación individual de 500 mL aproximadamente, pues les resulta más conveniente por su versatilidad y comodidad.

■ Los pelitos   ■ Lo que queda al final   ■ Lo que se tira



**Figura 15 ¿Qué es el bagazo?**

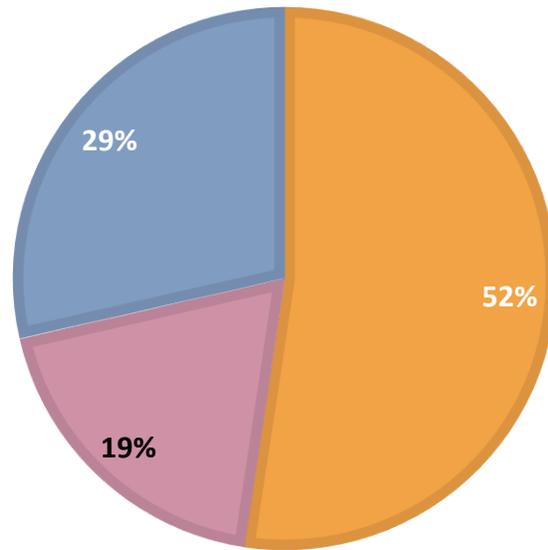
La Figura 15 muestra el conocimiento que tienen las personas acerca de lo que es el bagazo de mango respecto a su origen, fuente o forma. El 40% de los participantes describen el producto como aquellos pelitos de la fruta. Cabe señalar que en general, todos consideran al bagazo como un residuo.



**Figura 16 ¿Qué sabores combinan con mango en una bebida?**

Se puede apreciar en la Figura 16 que son populares tres sabores en particular que consideran una buena combinación con mango en una bebida: naranja, fresa y kiwi. La naranja obtuvo el 57% de preferencia entre las personas.

■ No ■ Sí ■ Sólo la parte de enfrente



**Figura 17 ¿Leen etiquetas de los productos?**

De acuerdo con la Figura 17, el 52% de las personas no leen las etiquetas; sin embargo, hay que destacar que del 48% restante que sí leen etiquetas, el 29% sólo lee la parte frontal o las declaraciones que contenga el producto en su etiqueta.

A partir de los resultados del grupo, se tiene una idea más clara de lo que quiere y no quiere, lo que espera y lo que le gustaría al consumidor, por lo que a continuación se enlistan las áreas de oportunidad que se encontraron para desarrollar el concentrado en polvo:

- 1) Las personas sí relacionan la fibra con una buena digestión y que ayuda contra el estreñimiento.
- 2) Hay que informar a la población la diferencia entre fibra y enzimas laxantes, pues principalmente en el grupo 2, tendieron a confundir estos conceptos.
- 3) A pesar de ello, sí saben identificar algunas fuentes naturales y procesadas de alimentos fuentes de fibra.

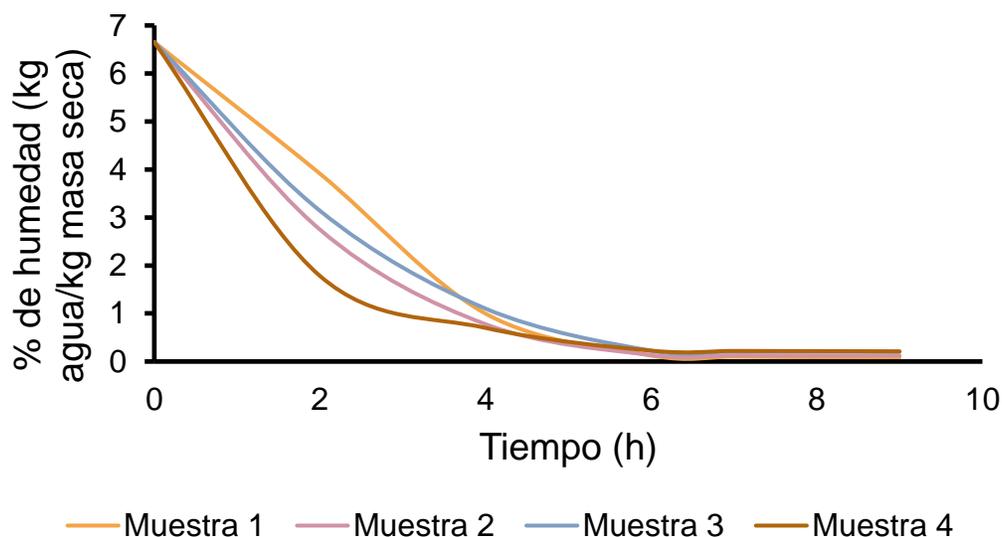
- 4) Las marcas que más identifican respecto a la fibra son: All bran, Bimbo®, el pan doble fibra y el pan de 7 granos.
- 5) La mayoría de los participantes consumen fuentes de fibra diario o de 2 a 3 veces a la semana.
- 6) Consideran que es más fácil consumir fibra si se le añade a los alimentos o productos que por lo general ya consumen en su dieta, como: bebidas, panes, galletas, entre otros.
- 7) Las sugerencias para lograr que las personas consuman más fibra son: que tenga un sabor rico, que sea portátil, que se promueva que el beneficio de su consumo es para todo público y no sólo para aquellos que tienen algún problema de digestión y que el empaque no se vea artificial.
- 8) Uno de los productos que más consumen las personas en el Oxxo (tienda que cuenta con casi 15 mil establecimientos a lo largo del país (Pallares Gómez, 2016) son bebidas, por lo que de hecho, el desarrollar una bebida es una gran oportunidad en el mercado pues las personas ya de por sí las consumen.
- 9) El tamaño o porción de rendimiento del polvo no es de gran relevancia.
- 10) Los consumidores, a grandes rasgos sí identifican lo que es el bagazo.
- 11) De los 3 sabores más mencionados que combinarían con mango, el más recurrido fue el sabor piña, por lo que será el sabor complementario de la bebida.
- 12) La mayoría no acostumbra leer las etiquetas de los productos, por lo que será primordial que la etiqueta del producto sea muy clara, legible y llamativa para que incite a su lectura.

Al tener claras las ideas respecto a lo que esperaban los consumidores de la bebida, se prosiguió a llevar a cabo la parte experimental de desarrollo del producto.

### 5.3 Formulación, estandarización y optimización del polvo para preparar la bebida

### 5.3.1 Estandarización del proceso de deshidratado

La humedad del bagazo fue de  $86.92 \pm 0.47\%$ , por lo tanto, el porcentaje de sólidos fue de  $13.07 \pm 0.46\%$ . La Figura 18 muestra las cinéticas de secado para cuatro muestras analizadas:



**Figura 18 Curva de pérdida de humedad del bagazo**

Con esta información se pudo establecer que el tiempo ideal de deshidratado del bagazo a  $57^{\circ}\text{C}$  es de 8 a 9 horas, pues es el lapso de tiempo donde se puede observar que se normaliza la gráfica, ya que durante ese lapso de tiempo el agua disponible es ya casi nula y constante. De acuerdo con Zuluaga et al. (2010), el tiempo establecido coincide con el tiempo ideal de secado para mango en deshidratador a esta temperatura, por lo que se establece entonces de acuerdo con esto que 9 horas es un tiempo correcto.

### 5.3.2 Determinación de contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble

La información obtenida del análisis de fibra se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17 Contenido de fibra soluble e insoluble del bagazo**

Tipo de fibra	Contenido (%)
Insoluble	16.70±0.3
Soluble	14.13±2.7
Dietaria total	30.83±2.22

El bagazo de mango presentó 16.70±0.3% de fibra insoluble y 14.13±2.7% de fibra soluble, dando un total de 30.83±2.22% de fibra dietética total (FDT), lo que implica que, de cada 100 g de bagazo deshidratado, 30.83±2.22 g son de FDT. Herrera-Cazares et al. (2017) mencionan que el contenido de FDT del bagazo de mango variedad Ataulfo es 33.12 ± 1.60%, de la cual 19.43 ± 1.35% es insoluble y 13.68 ± 0.32% soluble; además, reportan un contenido de 37.12% de FDT en el mango variedad Manila. Por lo que, de acuerdo con lo anterior, el contenido de FDT es menor en el bagazo de mango de la variedad Ataulfo. Esto es debido a que el contenido de FDT cambia de acuerdo a la variedad de mango y/o respecto a la forma de obtención por cada empresa.

De acuerdo con los resultados obtenidos se debe añadir un mínimo de 19.46 g de bagazo para lograr un total de 6 g de FDT en la bebida para que se pueda considerar con un alto contenido de fibra, con base en lo reportado por Bourges et al. (2009) y la FAO (2010). Con fines prácticos, esta cantidad se redondeó a 20 g de bagazo. El contenido de fibra dietética que se incorporó a la bebida representa el 20% de la IDR para una persona que consume una dieta de 2000 kilocalorías según lo reportado en la FAO (2010).

### 5.3.3 Experimentación para la formulación base de la bebida

Con base en los experimentos preliminares, los resultados encontrados se muestran en la Tabla 18.

**Tabla 18 Formulaciones de la bebida**

Cantidad de agua (mL)	# Malla	Dióxido de silicio (%)	CMC (%)	Stevia (%)	Bagazo de mango (g)	Características de la bebida obtenida
250	# 80	2	4	2	10 g	Se muestran muchos grumos, sí parece néctar, pero le sobra dulzor
		4	4	1		Continúan los grumos, pero en menor proporción y el dulzor ya mejoró
		8	4	1		El sabor a aditivos supera el sabor a mango
		4	1	1		El sabor a aditivos supera el sabor a mango
		2	1	1		El sabor y consistencia son aceptables

A continuación, se ilustran los grumos que se formaban (Figura19):



**Figura 19 Grumos en la formulación 1 de la bebida**

A partir de los resultados obtenidos de las diferentes formulaciones se eligió la mejor de acuerdo con sus características de solubilidad, apariencia física, formación de grumos, sensación en boca y percepción de dulzor, siendo la mejor, la fórmula que contenía en 250 mL de agua, 10 g de bagazo de mango de tamaño de partícula de la malla #80 (177  $\mu\text{m}$ ), al 1% de Stevia, con el 1% de CMC y el 2% de dióxido de silicio. Esto concuerda con lo reportado por Swaminathan and Guha (2018) pues mencionan que la aceptación de una bebida está relacionado con el

tamaño de partícula, su densidad y la suspensión de estas. En sus resultados, encontraron que con un tamaño de partícula promedio de 169.3  $\mu\text{m}$  se logró obtener un 8 de aceptación sensorial en una escala de 9 puntos.

#### 5.3.4 Análisis microbiológico

Los resultados obtenidos (Tabla 19), muestran que el bagazo de mango es un producto que cumple con los parámetros de inocuidad microbiana según lo establecido en la NOM-218-SSA1-2011. Con base en lo anterior, el producto puede ser consumido sin que ocasione algún problema de salud al consumidor

**Tabla 19 Especificaciones microbiológicas para una bebida en polvo**

Microorganismos	Límite máximo
Mesofílicos aerobios UFC/g	5000*
Coliformes totales NMP/g	<10
Escherichia coli NMP/g	<3**
Salmonella spp. en 25 g	ausente**

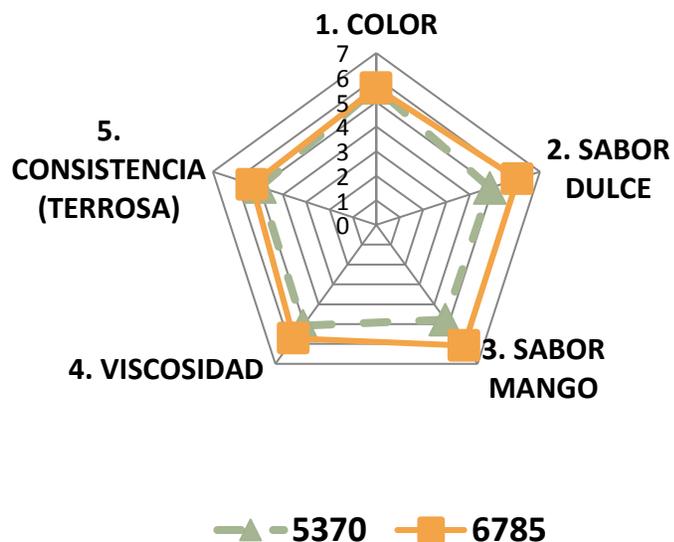
\*Para aquellos que contengan cacao o leche el límite máximo es de 7000 UFC/g.

\*\*En aquellos productos que contengan cacao, huevo o leche (incluyendo sus derivados) (Arriola Peñalosa, 2012)

#### 5.3.5 Análisis sensorial

##### 5.3.5.1 Etapa 1

Los resultados de nivel de agrado de la bebida adicionada de bagazo de mango, para los parámetros de color, sabor dulce, sabor a mango, viscosidad y consistencia terrosa, se muestran en la Figura 19.



## Figura 20 Gráfica de araña de los resultados de las preguntas 1 a 5

**Muestra 5370:** bebida de bagazo con 2% SD, 1% CMC Y 1% edulcorante. **Muestra 6785:** bebida de bagazo con 2% SD, 1% CMC Y 2% edulcorante.

No se encontraron diferencias significativas en cuanto al color, consistencia y viscosidad ( $\alpha=0.05$ ). El sabor dulce de la muestra 6785 tuvo una mayor aceptación (6 puntos, me gusta levemente). Respecto al sabor a mango, la muestra 6785, tuvo una mayor aceptación, de 6 puntos (me gusta levemente).

La Tabla 20 muestra los resultados del análisis estadístico para las diferentes formulaciones evaluadas. Como se pudo observar, tanto en el sabor dulce como en el sabor a mango tuvieron una diferencia significativa, posiblemente un mayor grado de dulzor pudo provocar que se percibiera más el sabor a mango, o tal vez el diferente tamaño de partícula, pues fueron los únicos parámetros que se variaron entre las dos formulaciones. De acuerdo a este análisis, la formulación que más les agradó a los panelistas fue la 6785 (#80 (50%) + #50 (50%), 2% dióxido de silicio, 1% de CMC y 2% de edulcorante), con una calificación de 6 puntos (me gusta levemente), puntaje que no es suficiente para establecer que es de agrado suficiente. Por lo anterior, fue necesario en la siguiente etapa mejorar la formulación en cuanto a sabor en busca de obtener una mayor aceptación.

**Tabla 20 Análisis de resultados no paramétricos por el método de Kruskal-wallis**

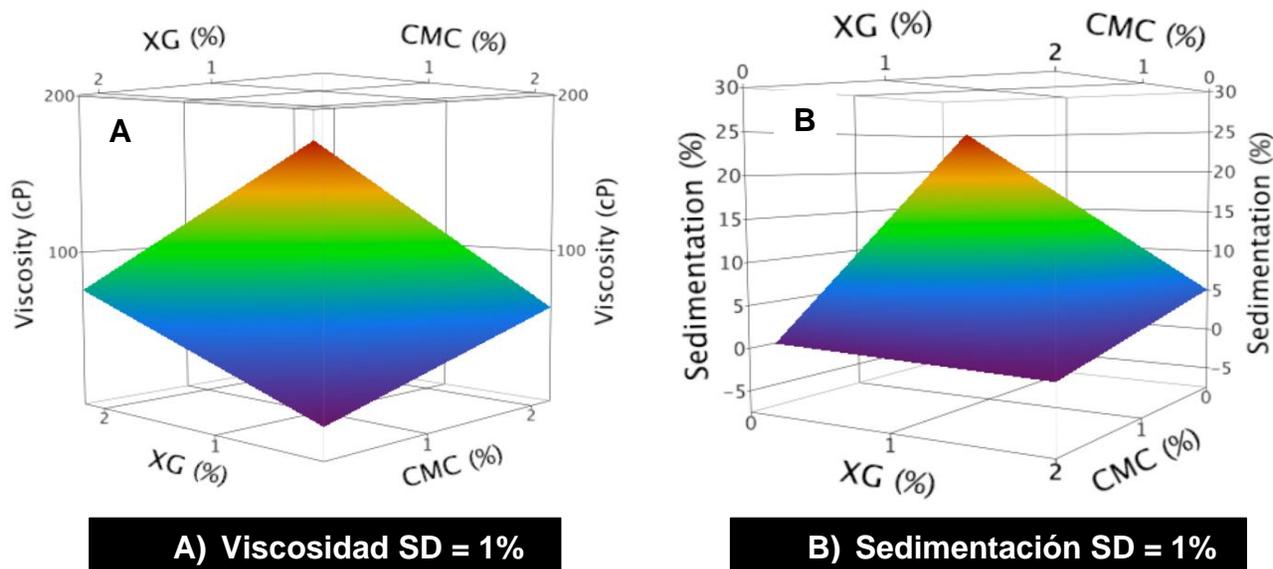
Característica	Muestra	Mediana	Valor de P	Conclusiones
Color	5370	5	0.893	$P > \alpha \rightarrow$ No hay diferencia estadística
	6785	5	0.891	
Sabor dulce	5370	5	0.002	$P < \alpha \rightarrow$ Sí hay diferencia estadística
	6785	6	0.002	
Sabor mango	5370	5	0.000	$P < \alpha \rightarrow$ Sí hay diferencia estadística
	6785	6	0.000	
Viscosidad	5370	5	0.061	$P > \alpha \rightarrow$ No hay diferencia estadística
	6785	6	0.058	
Consistencia (terrosa)	5370	5.5	0.499	$P > \alpha \rightarrow$ No hay diferencia estadística
	6785	5	0.494	
Agrado general	5370	5	0.001	$P < \alpha \rightarrow$ Sí hay diferencia estadística
	6785	6	0.001	

## 5.3.5.2 Etapa 2

### 5.3.5.2.1 Efecto de los aditivos sobre las formulaciones

#### 5.3.5.2.1.1 Viscosidad

En la Figura 21 se muestran los gráficos de superficie de respuesta para viscosidad que se obtuvieron a partir de las 27 formulaciones del diseño factorial  $3^3$ . En este análisis se muestra la influencia de la interacción entre CMC y XG sobre la viscosidad de la bebida a diferentes concentraciones de SD. Se muestra sólo el efecto de la CMC y la XG a un sólo nivel de SD (1%), dado que la adición de SD no mostró efecto significativo sobre estas variables. Las mezclas presentaron valores experimentales de viscosidad que van desde los  $32.84 \pm 0.49$  cP (fórmula 1: 0.5% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD) hasta los  $157.50 \pm 0.89$  cP (fórmula 26: 2% CMC, 2% XG y 1% SD) cP. La CMC y la XG tuvieron un efecto significativo sobre la viscosidad ( $p < 0.01$ ), al igual que la interacción CMC con XG. Se observó que a mayor proporción de gomas (CMC y XG), la viscosidad aumentó. De manera similar, Abedi, Sani, & Karazhiyan (2014) reportaron que la adición de CMC incrementa la viscosidad de una leche sabor frambuesa en forma lineal, dependiente de la concentración de CMC. Por otra parte, Cho & Yoo (2015) mencionan un aumento de viscosidad al incrementar la cantidad de XG en jugos de frutas y bebidas lácteas. Esto ocurre debido a la estructura química de las moléculas, en particular, las de CMC se adsorben a las partículas del concentrado en polvo durante la agitación mecánica, formando un revestimiento que las protege, evitando agregaciones o floculaciones (Ibrahim et al., 2011). Además, respecto a la XG, Brandenstein, Busch-Stockfisch, & Fischer (2014) encontraron que las mezclas con XG aumentan la viscosidad, debido a que su peso molecular es mayor y al aumento de las fuerzas de repulsión electrostática, lo cual aporta una mayor estabilidad, manteniendo la viscosidad del producto.



**Figura 21 Diagramas de superficie de respuesta que muestran el comportamiento de la interacción entre CMC y goma xantana al 1% de dióxido de silicio, para la viscosidad (A) y el índice de sedimentación (B)**

Sólo se incluye el gráfico para 1% SD, como una representación del comportamiento, ya que la variación de % SD no tuvo un efecto significativo sobre la viscosidad y el índice de sedimentación.

Por otro lado, en relación a los valores obtenidos para este parámetro, es importante destacar que, de acuerdo con Vickers et al. (2015), dependiendo de su valor de viscosidad, las bebidas se clasifican en néctar/similar a jarabe (con valores de 51-350 cP) o agua saborizada (<51 cP), por lo que fue importante tomar esto en cuenta para definir la viscosidad deseada, pues se buscaba que la bebida desarrollada fuera un agua saborizada, por lo que, de acuerdo con la clasificación, debería tener una viscosidad <51 cP.

#### 5.3.5.2.1.2 Índice de sedimentación

En la Figura 20 se muestran los gráficos de superficie de respuesta de índice de sedimentación para 1% de SD. El menor índice de sedimentación fue del  $0.33 \pm 0.58 \%$  y el mayor del  $27.67 \pm 0.58 \%$ . Se observó que a mayor cantidad de CMC y XG, el índice de sedimentación disminuyó significativamente ( $p < 0.01$ ), en cambio, el SD no tuvo un efecto significativo sobre este parámetro ( $p > 0.01$ ). También se observó un efecto de interacción entre CMC y XG ( $p < 0.01$ ). Un alto porcentaje de sedimentación de partículas se considera una característica que

influye negativamente en la aceptación de los productos (Saxena, Chakraborty, Sabikhi, & Singh, 2015). De acuerdo a nuestros resultados, la menor sedimentación se logró con 1 – 2% CMC y 2% de XG. Otro estudio donde se analizó el comportamiento de una bebida con semillas de albahaca, reporta valores menores de CMC (0.25% - 0.5%) para mantener partículas en suspensión, minimizar la sedimentación y dar estabilidad a lo largo del tiempo (Hajmohammadi, Pirouzifard, Shahedi, & Alizadeh, 2016). Por su parte, Aghajanzadeh, Ziaifar, & Kashaninejad (2017) en un análisis de un jugo de sandía, encontraron que la XG (0.1 – 0.2 g/100g) aumenta la homogeneidad, lo que hace que las partículas se mantengan suspendidas, mejorando la estabilidad y minimizando la sedimentación de la bebida.

Se sabe que la CMC y la XG son compuestos que, por su composición química, tienen la propiedad de estabilizar y emulsificar mezclas, pues ayudan a que las partículas del polvo queden suspendidas en el agua, lo que proporciona una apariencia homogénea (Cardozo, Castañeda, & Ripoll, 2017; Hajmohammadi et al., 2016). Sin embargo, es necesario controlar la cantidad añadida de hidrocoloides debido a que un exceso provoca floculación (Xu et al., 2013).

#### 5.3.5.2.1.3 Sólidos disueltos (grados Brix)

Los valores de la determinación de sólidos disueltos (grados Brix) estuvieron en un rango de  $2.40 \pm 0.10$  a  $3.03 \pm 0.06$  °Bx (Tabla 21). No se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones, a excepción de la formulación 5 que tuvo el valor más bajo ( $2.40 \pm 0.10$ ). De acuerdo al análisis estadístico no se observó un efecto significativo de CMC o XG sobre esta variable. Los grados Brix indican la cantidad de sólidos disueltos en un líquido, en particular de sacarosa (Baccouche, Ennouri, Felfoul, & Attia, 2013; Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y alcoholera, Central Motzorongo, Fideicomiso Ingenio Atencingo, & Fideicomiso Ingenio Casasano, 2011). Por tanto, se considera un indicador del contenido de sacarosa en bebidas (Maireva, Usai, & Manhokwe, 2013). Las formulaciones de la bebida a base de BM evaluadas, tuvieron valores significativamente menores a los encontrados en un jugo y néctar comercial ( $10.6 \pm 0.01$  y  $12.17 \pm 0.06$ , respectivamente). Lo anterior indica que los productos

comerciales tienen una mayor cantidad de sólidos disueltos y por lo tanto un mayor contenido de sacarosa.

**Tabla 21 Efecto de las variables independientes sobre los sólidos disueltos (grados Brix) y el color de la bebida**

# Formulación	CMC (%*)	XG (%*)	SD (%*)	Sólidos disueltos (°Brix)	Color		
					L	C	H
1	0.5	0.5	0.5	2.93±0.06	46.63±0.49	22.74±0.77	58.42±0.06
2	0.5	0.5	1	2.97±0.06	46.85±0.79	23.64±0.34	59.02±0.68
3	0.5	0.5	2	3.00	45.71±0.27	22.05±0.45	59.51±0.15
4	0.5	1	0.5	2.97±0.06	47.21±0.04	23.49±0.99	57.50±0.29
5	0.5	1	1	2.40±0.10	47.56±1.12	23.64±0.42	57.52±0.72
6	0.5	1	2	2.97±0.06	47.27±0.23	23.51±0.08	57.08±0.20
7	0.5	2	0.5	3.03±0.06	46.99±0.84	23.49±0.55	57.36±0.44
8	0.5	2	1	3.00	46.94±0.84	22.55±0.63	58.80±0.51
9	0.5	2	2	3.00	45.72±0.13	21.39±0.12	58.85±0.12
10	1	0.5	0.5	3.03±0.06	45.10±0.54	22.08±0.41	59.83±0.46
11	1	0.5	1	3.00	45.65±0.30	22.01±0.68	58.93±0.08
12	1	0.5	2	3.00	46.26±0.37	22.14±0.67	58.22±1.16
13	1	1	0.5	3.00	48.19±0.33	21.21±0.04	56.06±0.26
14	1	1	1	3.03±0.06	45.96±0.02	21.88±0.65	59.28±0.26
15	1	1	2	3.00	45.64±1.54	21.62±0.12	58.91±1.33
16	1	2	0.5	2.93±0.06	47.07±0.46	22.68±0.84	57.84±0.74
17	1	2	1	3.00	47.69±0.50	23.49±0.08	57.20±0.46
18	1	2	2	2.93±0.06	46.49±0.50	22.79±0.23	57.56±0.41
19	2	0.5	0.5	2.90±0.1	45.15±4.69	22.73±2.31	57.41±0.87
20	2	0.5	1	3.00	47.26±1.18	23.28±1.08	57.62±0.67
21	2	0.5	2	2.97±0.06	46.44±0.20	22.86±0.07	58.43±0.18
22	2	1	0.5	3.00	46.80±0.66	23.20±0.27	58.02±0.48
23	2	1	1	2.97±0.06	47.13±1.11	22.98±0.81	57.20±0.68
24	2	1	2	2.93±0.06	46.31±0.55	22.12±0.46	58.69±0.59
25	2	2	0.5	3.00	45.72±1.26	21.12±0.33	58.66±1.12
26	2	2	1	2.97±0.06	46.77±1.07	23.38±0.50	57.17±0.73
27	2	2	2	2.97±0.06	46.41±0.76	22.38±0.26	58.12±0.54

\*Porcentaje calculado basado en el contenido de bagazo de mango como 100%. La concentración usada de polvo para preparar la bebida fue de 0.04 g/mL. **CMC**: carboximetilcelulosa, **XG**: goma xantana y **SD**: dióxido de silicio. **L**: luminosidad, **C**: croma y **H**: matiz.

#### 5.3.5.2.1.4 Determinación de color

La determinación de color se realiza como una prueba de calidad, pues se sabe que el color es un factor que influye directamente en la aceptación del producto por parte del consumidor (Valencia & Alulema Leiva, 2015). De acuerdo con los resultados obtenidos para color, el valor promedio para  $L^*$  (luminosidad) fue  $46.55 \pm 0.78$ , para  $C^*$  (croma) fue  $22.61 \pm 0.77$  y para  $h^*$  (matiz) fue  $58.12 \pm 0.89$  (Tabla 21). No se encontraron diferencias significativas entre las muestras o efecto de la adición de CMC, XG o SD, lo que indica que las variaciones en las concentraciones de los aditivos no afectan el color de las muestras. Se calculó el valor de la variación total de color ( $\Delta E$ ) para encontrar diferencias entre las formulaciones de la bebida a base de MB contra un polvo comercial para preparar bebidas ( $L^*=46.28 \pm 2.94$ ,  $C^*=26.74 \pm 0.76$ ,  $h^*=62.08 \pm 0.91$ ). El resultado global fue  $\Delta E^*=5.72$ , lo que indicó que sí existía diferencia de color; mientras que los resultados por parámetro tuvieron valores de  $\Delta L^*=+0.27$ ,  $\Delta C^*=-4.13$  y  $\Delta H^*=-3.96$  en la comparación, lo que indica que la bebida desarrollada es más clara ( $+\Delta L^*$ ), con menor saturación de color ( $-\Delta C^*$ ) y con un color menos amarillo ( $-\Delta h^*$ ) que el comercial.

Resultados similares se han reportado en otros estudios con bebidas en donde se ha visto que la CMC no tiene efecto sobre el color y no causa oscurecimiento en productos alimentarios (Hajmohammadi et al., 2016). De la misma manera, en el desarrollo de una bebida fortificada de mango, Morales E., Osorio, Hernández, & Ruano (2016) encontraron que la XG no tuvo un efecto significativo sobre los parámetros  $L^*$  y  $C^*$ ; sin embargo, mencionan que la cantidad de pulpa en la formulación sí es un parámetro que influye en  $L^*$ , pues a medida que esta disminuye, el valor de  $L^*$  aumenta.

#### 5.3.5.2.2 Selección de la muestra para el análisis sensorial de la etapa 2

Ya que los valores de viscosidad que se obtuvieron oscilan entre  $32.84 \pm 0.49$  y  $157.50 \pm 0.89$ , para la selección de la muestra para la segunda etapa

del sensorial, se consideró una viscosidad promedio de 60, con el objetivo de observar cómo reaccionaban los consumidores ante esta viscosidad promedio, e identificar si preferirían una textura de néctar o de agua de sabor. Respecto al índice de sedimentación, se consideró una mínima sedimentación. La formulación que arrojó el programa estadístico como optimización, tomando en cuenta estos valores fue aquella con 2% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD (formulación 19).

Se llevó a cabo un análisis por triplicado de comprobación respecto a viscosidad e índice de sedimentación de la formulación sugerida para el segundo análisis, para verificar las predicciones. Los valores predichos de viscosidad e índice de sedimentación se muestran en la Tabla 22 así como los valores que se obtuvieron de manera experimental para esta formulación. Los valores experimentales entraron dentro del rango de error de la ecuación de optimización, por lo que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre estos valores, lo que indica que el modelo utilizado tuvo un buen ajuste y poder de predicción.

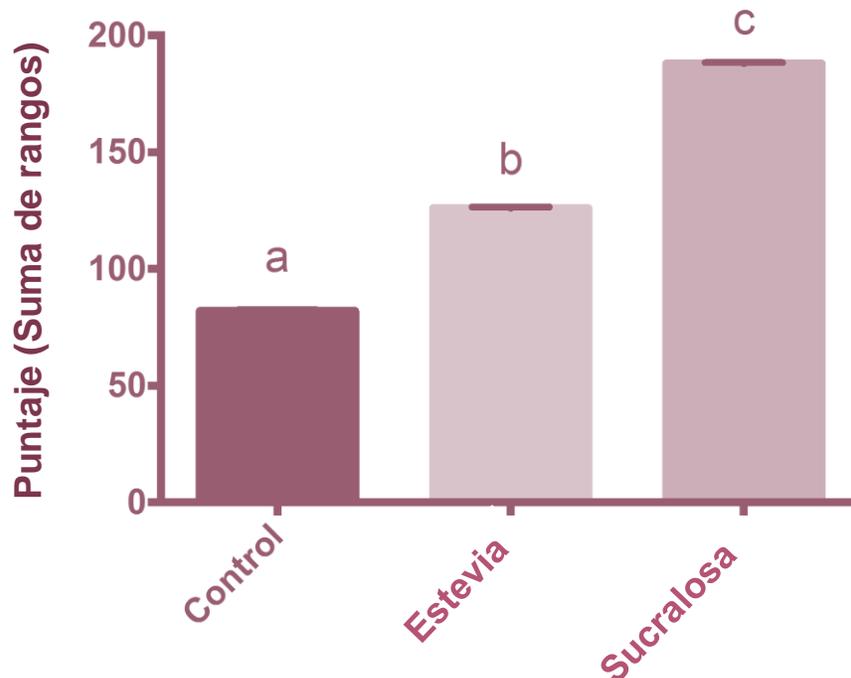
**Tabla 22 Parámetros por optimización estadística sobre viscosidad e índice de sedimentación**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor predicho</b>	<b>Valor experimental</b>	<b>T de student (P valor)</b>
Viscosidad	74.57 cP	65.4±1.33 cP	0.2841
Índice de sedimentación	1.42%	3.83±0.41%	0.3771

Los valores predichos y experimentales corresponden a la bebida de la formulación 19 (2% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD), donde se tomó una viscosidad de 60 cP y un mínimo índice de sedimentación. El valor R<sup>2</sup> de la ecuación de optimización estadística para los parámetros fue 0,85 para viscosidad y 0.98 para sedimentación.

#### 5.3.5.2.3 Análisis sensorial

En la Figura 21 se muestran los resultados obtenidos para el análisis sensorial de la segunda etapa, donde se utilizaron dos versiones del concentrado para preparar la bebida, que fue preparada con dos tipos de edulcorante: estevia (0.8g/L) y sucralosa (2.5g/L) y se comparó contra un néctar comercial endulzado con sucralosa (control).



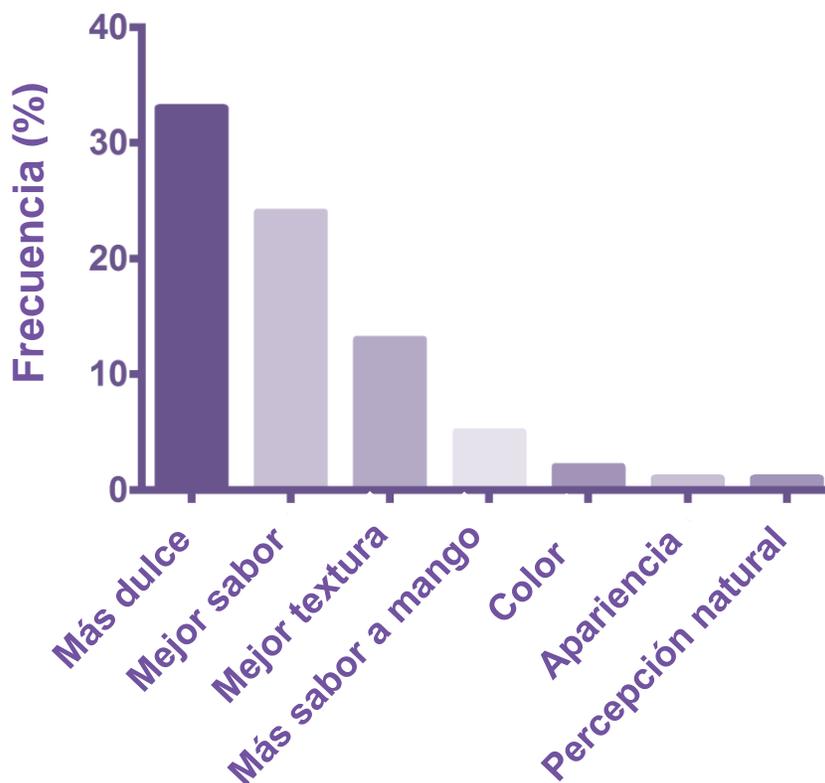
**Figura 22 Resultados de la prueba de preferencia aplicada a las bebidas evaluadas en el análisis sensorial de la etapa 2**

Los valores de preferencia se expresan como la suma de rangos que el consumidor asignó para cada formulación, donde un menor puntaje indica una mayor preferencia. **Control:** bebida comercial, **Estevia:** bebida MB con 2% stevia (2% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD), **Sucralosa:** bebida MB con 2.5g / L sucralosa (2% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD). Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas en la prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ )

Los resultados muestran que la bebida con un mayor nivel de agrado fue la bebida control, seguida de la formulación 19 endulzada con stevia y, en tercer lugar, la formulación 19 endulzada con sucralosa. A partir de estos resultados, se seleccionó la formulación 19 endulzada con stevia para la segunda etapa del análisis sensorial. Respecto al desarrollo de bebidas endulzadas con stevia, Bonilla, Quispe, Negrón, & Zavaleta (2017), analizaron la aceptación sensorial de una bebida de maíz morado endulzada con stevia, la cual obtuvo el mayor porcentaje de aceptación (38%) en cuanto a sabor correspondiente a un “me gusta ligeramente”, es decir, 6 en una escala de 9 puntos.

Además, se obtuvo información respecto a las razones por las cuales los consumidores prefirieron la bebida control. La Figura 22 muestra el resumen de respuestas del primer lugar de preferencia del control, en la que se puede observar

que las 3 razones principales por las que los panelistas eligieron esa formulación fueron: porque era más dulce (34%), tenía un mejor sabor (25%) y una textura más agradable (13%). Por lo que, para la siguiente etapa del análisis, estos fueron los parámetros de optimización para la bebida.



**Figura 23 Principales razones de preferencia de la bebida control**

Las razones están expresadas a manera de comparativo frente a las bebidas de la formulación 19 con las dos variedades de edulcorantes

### 5.3.5.3 Etapa 3

#### 5.3.5.3.1 Optimización de la formulación

A partir de los resultados de la etapa 2 del sensorial, se determinó que la formulación 19 aún no cumplía con un mínimo de aceptación por parte de los panelistas, por lo que fue necesario reformular a partir de los datos obtenidos, mostrados en la Figura 22. Al observar que las ventajas del control comercial eran

mayor nivel de dulzor, mejor sabor y mejor textura, se tomó la decisión de optimizar la formulación 19 tomando en cuenta estos parámetros.

Respecto al nivel de dulzor, en el análisis con los panelistas semi-entrenados, se determinó que era necesario incrementar la cantidad de edulcorante, el cual se duplicó a una concentración de 1.6g/L. Para mejorar el sabor, se decidió añadir a la formulación un saborizante comercial en polvo (clave MAN-41-096, Sinergum, México) con una dosis recomendada de uso de 1.5 g/L. En esta ocasión, se utilizó como control un concentrado en polvo para preparar bebida sabor mango.

Dado que uno de los parámetros que influyeron negativamente en la aceptación fue la textura (relacionada con la viscosidad), se realizó una segunda optimización estadística de la formulación, buscando minimizar la viscosidad y el índice de sedimentación. El resultado fue una formulación con 0.5% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD ( $R^2=0.85$ , formulación 1). Los valores predichos de viscosidad e índice de sedimentación se muestran en la Tabla 23 así como los valores que se obtuvieron de manera experimental para esta formulación. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre estos valores, lo que indica que el modelo utilizado tuvo un buen ajuste y poder de predicción.

**Tabla 23 Parámetros por optimización estadística sobre viscosidad e índice de sedimentación**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor predicho</b>	<b>Valor experimental</b>	<b>T de student (P valor)</b>
Viscosidad	34.64 cP	32.84±0.49 cP	0.4053
Índice de sedimentación	23.75%	23.67±0.58%	0.9459

Los valores predichos y experimentales corresponden a la bebida de la formulación 1 (0.5% CMC, 0.5% XG y 0.5% SD), donde se tomaron valores mínimos de viscosidad e índice de sedimentación. El valor  $R^2$  de la ecuación de optimización estadística para los parámetros fue 0,85.

La viscosidad de la muestra no fue posible disminuirla más, sin alterar negativamente el índice de sedimentación, pues por sí sola, la cantidad de fibra que contiene el MB influye en este parámetro, y para poder reducir este valor de viscosidad, sería necesario disminuir la cantidad de bagazo utilizado o eliminar el

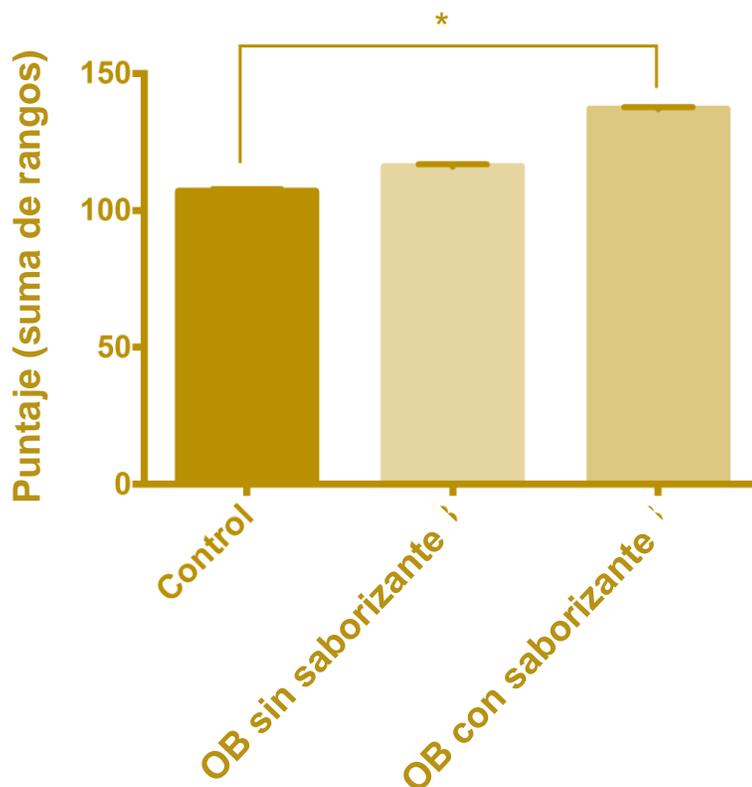
uso de aditivos. Sin embargo, si se reduce la cantidad de bagazo, la bebida ya no se podría considerar un producto alto en fibra y, por otro lado, si se quitan los aditivos, la sedimentación aumenta y la solubilidad del polvo disminuye. Para comprobar esto, se determinó la viscosidad e índice de sedimentación de una formulación preparada únicamente con MB, los resultados fueron una viscosidad de  $16.11 \pm 0.52$  y un índice de sedimentación de  $60.0 \pm 1$ .

De acuerdo con Poutanen et al. (2017), las gomas son ampliamente usadas como fuentes de fibra dietaria en el desarrollo de productos alimenticios, mismas que proporcionan viscosidad a los productos en un rango reportado de 33 a 56.6 mPa\*s. Además, se ha encontrado que el efecto en la viscosidad depende del tipo de estructura de la fibra, concentración y composición química (Logan, J. Wright, & Douglas Goff, 2015). Paquet et al. (2014) analizaron el efecto sinérgico de la mezcla de goma xantana con otros hidrocoloides sobre la viscosidad y estabilidad de una bebida a base de jugo de fruta, y encontraron que estas propiedades aumentaron cuando se añadía goma xantana a la mezcla, por lo que se considera una goma con potencial para estabilizar otras fibras. Por otra parte, Saxena et al. (2015) desarrollaron una bebida de sandía alta en fibra, donde la bebida optimizada con un mayor nivel de aceptación fue aquella con una viscosidad de 13.55 cP e índice de sedimentación de 15.5%, valores que se lograron con un 3.84% de goma guar (Spray dried Innova®, Drytech Processes, Mumbai, India). Las diferencias con la bebida de BM pueden atribuirse a la materia prima y al tipo de goma que se está utilizando.

#### 5.3.5.3.2 Análisis sensorial

Para esta etapa, se prepararon dos variaciones de la bebida optimizada, una que incluyera saborizante artificial (clave MAN-41-096, Sinergum, México) y otra que no. Los resultados de la tercera etapa del análisis sensorial se muestran en la Figura 24. Se puede observar que el control y la bebida sin saborizante no mostraron diferencias significativas entre sí. Este resultado es de suma importancia debido a que la bebida adicionada de bagazo de mango contiene fibra, sin embargo,

su incorporación no afectó las características sensoriales. Ésta se consideró la bebida optimizada final (BO) pues tuvo un nivel de preferencia igual al del control comercial.



**Figura 24 Puntaje obtenido para cada una de las bebidas analizadas en el análisis sensorial de la etapa 3**

Control: bebida comercial, OB sin saborizante: bebida sin saborizante artificial (0.5% CMC, 0.5% XG, 0.5% SD y 4% stevia), OB con saborizante: bebida con sabor artificial a mango (0.5% CMC, 0.5% XG, 0.5 % SD, 4% de stevia y 1.5 g / L de sabor artificial de mango). \* Indica diferencias significativas en la prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ )

## 5.4 Determinación de vida de anaquel

### 5.4.1 Isotherma de sorción

Respecto a los tiempos en que se alcanzó la estabilidad a las diferentes HR, las muestras en cloruro de magnesio alcanzaron su estabilidad a las 3 semanas; las de cloruro de sodio y cloruro de litio, en la semana 4 y las del nitrato de magnesio en la semana 6. Por su parte, las muestras que estaban en la HR

proporcionada por el agua, alcanzaron su equilibrio en la primera semana del experimento.

Los datos obtenidos se graficaron a manera de línea de tendencia y se obtuvo la gráfica del isoterma que se muestra en la Figura 25.

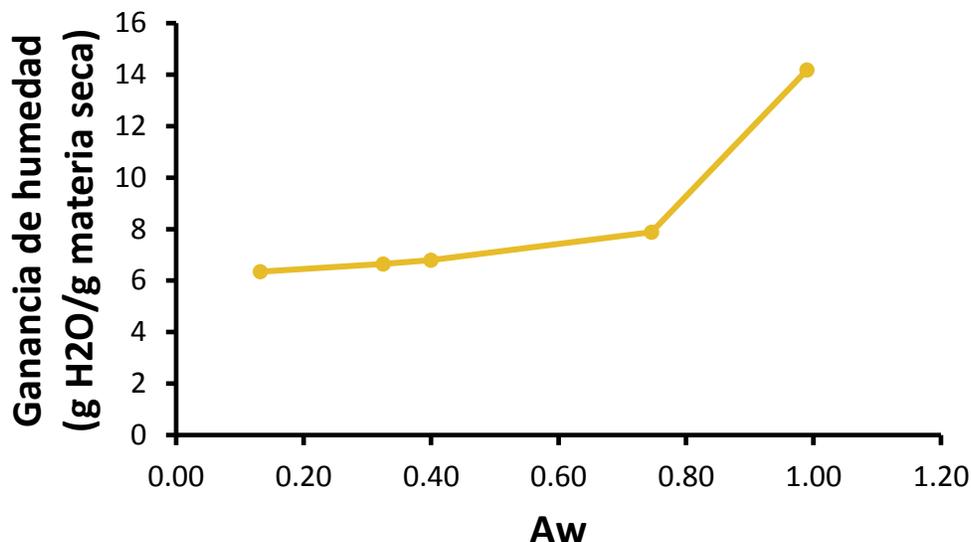


Figura 25 Isoterma

Uno de los principales factores que determinan el punto crítico para determinar la caducidad de este producto en particular, es cuando se empiezan a desarrollar mohos y levaduras, dadas sus características estructurales. De acuerdo con Badui-Dergal (2014), estos microorganismos necesitan como mínimo aproximadamente 0.750 de  $A_w$  para desarrollarse. Cabe mencionar, que las muestras que se encontraban en agua destilada, presentaron desarrollo de hongos después de una semana de inicio del experimento. Por lo que, este experimento sirvió para determinar el punto crítico de humedad para el producto, siendo del 75%. Además, se concluye que es importante cuidar no exponer el producto a HR mayores de 75%, pues la velocidad de las reacciones de descomposición del mismo, aumentan rápidamente.

#### 5.4.2 Determinación de vida de anaquel con envase

Cada semana se registró el valor de actividad de agua de las muestras. Con los resultados obtenidos para cada una de las temperaturas estudiadas (25, 35 y 45°C), se generó una ecuación. Para unificarlas y poder generar el modelo de predicción, se estableció un valor de  $A_w$  límite de 0.75, de acuerdo con lo obtenido en el análisis previo de isoterma de sorción. La proyección se hizo a una temperatura de 25°C. El resultado arrojó un periodo de vida de anaquel del producto con envase de 63 días (aproximadamente 2 meses) a 25°C y una HR de 75%. Si la HR se reduce al 40%, el tiempo de vida de anaquel se extiende hasta 119 días (4 meses aproximadamente). Este resultado se puede deber a que el envase mostró baja permeabilidad a la humedad, o bien, a la técnica de sellado.

## 5.5 Análisis proximal

Los resultados obtenidos de los análisis proximales al polvo para preparar la bebida, así como del bagazo se muestran en la Tabla 25.

**Tabla 24 Resultados proximales bagazo y polvo para preparar la OB**

<b>Producto</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Lípidos (%)</b>	<b>Carbohidratos (%)</b>
Bagazo	2.59±0.04	5.40±0.02	1.65±0.13	90.36±0.11
Polvo para preparar bebida	2.95±0.10	5.15±0.03	1.69±0.08	90.20±0.07

Los resultados mostrados son en base seca.

Los resultados obtenidos del análisis proximal de la OB (0.5% CMC, 0.5% XG and 0.5%SD) se compararon con un concentrado en polvo comercial para preparar bebidas sabor mango (Tabla 26). Se puede destacar que, de acuerdo con el contenido de fibra dietaria total ( $40.90 \pm 0.19\%$ ), la bebida optimizada se puede considerar un concentrado en polvo para preparar una bebida con alto contenido en fibra, pues contiene como mínimo el 20% del valor diario de referencia (FAO, 1997), es decir, al menos 6 g de fibra dietaria total por porción. Además, es un producto sin azúcar añadida, pues en su formulación se utilizó stevia como sustituto de azúcar para endulzarla. Además, respecto al contenido de fibra, cabe resaltar que, el ratio de fibra soluble:insoluble fue de 1:1.72, lo cual es importante pues por lo general, en los productos altos en fibra, la proporción de fibra insoluble es mucho mayor.

**Tabla 25 Análisis proximal de la OB y el control comercial**

<b>Compuesto</b>	<b>Bebida final optimizada (%)</b>	<b>Bebida comercial (%)</b>
Humedad	8.04±0.34	-
Cenizas	2.71±0.08	-
Lípidos	1.55±0.07	0*
Proteínas	4.74±0.04	6.6*
Carbohidratos de los cuales:	82.94±0.32	60*
Azúcares reductores	16.64±1.61	8.39±1.05
Fibra de la cual:	40.90±0.19	6.6*
Soluble	15.03±1.12	-
Insoluble	25.87±0.54	-

La formulación correspondiente a la bebida optimizada final fue: 0,5% de CMC, 0,5% de XG y 0,5% de SD. \* Valores tomados de la tabla nutricional de la bebida comercial.

En comparación, Saxena et al. (2015) desarrollaron una bebida láctea de sandía donde el contenido máximo de fibra logrado fue del 5%. En otras investigaciones se reporta el uso del  $\beta$ -glucano como fuente de fibra en bebidas en diferentes proporciones: 0, 2.5 y 5 g (Lyly et al., 2009); 4 a 8 g (Pentikäinen et al., 2014) y 10.2 g (Juvonen et al., 2009). En relación a residuos de la agroindustria, (Sharma et al., 2016) reportaron que se han desarrollado bebidas de distintas fuentes como granos y frutas, pectina de distintas fuentes,  $\beta$ -glucano y celulosa de raíz de remolacha. (Vuksan et al., 2017) desarrollaron dos bebidas a partir de lino y chía, con 8.8 g de fibra. Sin embargo, en todos los estudios no se evaluó la aceptación sensorial de las bebidas.

## 5.6 Determinación de índice glucémico

La Figura 27 muestra las curvas de glicemia postprandial para cada una de las soluciones evaluadas: GS, OB y CB. El valor basal de glucosa en sangre de los participantes con un ayuno de 12 h, fue de 80±11.45 mg/dL. La absorción de glucosa fue similar para la GS y la CB, las cuales no mostraron diferencias significativas en los valores de glucosa en sangre a lo largo del tiempo. En cambio, los valores de glucosa en sangre para la OB, se mantuvieron sin diferencias significativas respecto a los valores basales respecto al tiempo. En contraste, a los 15, 30 y 45 min, los valores de glucosa de la OB fueron significativamente menores que los de GS y CB.

Es importante destacar el comportamiento de la curva de glicemia de OB, la cual sugiere que su consumo mantiene estables los niveles de glucosa en sangre, contrario a lo que sucede con las otras dos bebidas. Algunos productos que reportan un comportamiento similar al de la OB, son: algunas pastas, como fideos con 30% de harina de mijo (Shukla & Srivastava, 2014) y una galleta enriquecida con fibra de trigo integral, espelta y avena (Philipp Schuchardt et al., 2016). Sin embargo, no se encontraron investigaciones recientes que reporten este comportamiento en bebidas. Cabe destacar que, de las bebidas analizadas, la curva de CB muestra una caída muy pronunciada después del pico incremental de glucosa, aún superior a la de la GS (Fig. 3D), lo que sugiere que tiene un importante contenido de carbohidratos simples de rápida digestión y absorción.

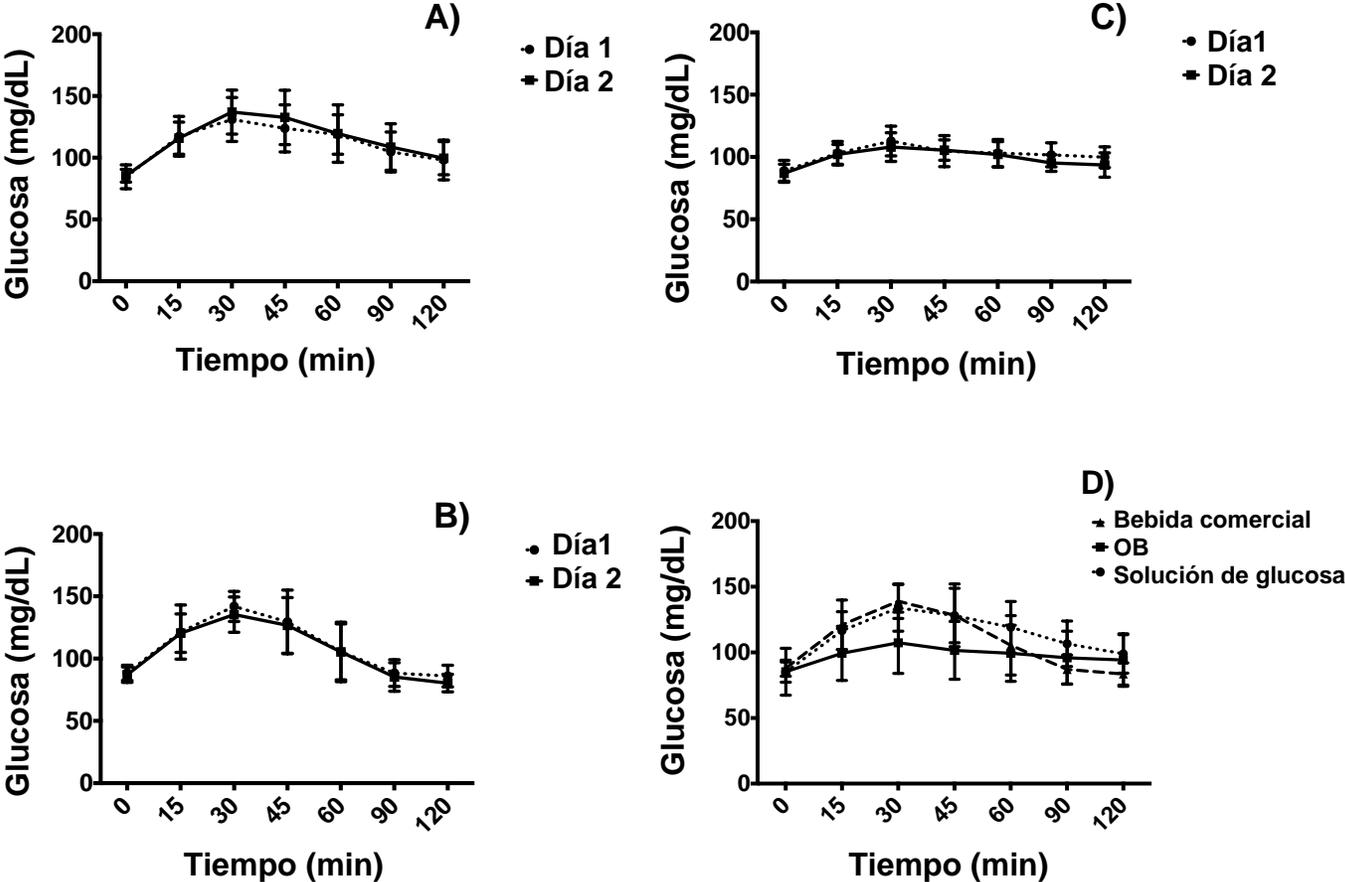


Figura 26 Curvas de glucosa postprandial después del consumo de la solución de glucosa, la bebida comercial y la bebida optimizada con bagazo de mango

La Tabla 27 presenta los datos del pico incremental de glucosa (mg/dL), área bajo la curva (AUC) y el GI para cada una de las muestras evaluadas. El pico de glucosa que presentó la OB tuvo un valor significativamente menor ( $24.97 \pm 3.41$  mg/dL) que la CB y la GS. El comportamiento de las curvas de glucosa para la CB y la GS representa un problema para la salud pues, se ha encontrado que a mayor fluctuación de los niveles de glucosa en sangre (alimentos con alto GI), se provoca un mayor estrés oxidativo de las células involucradas, que cuando los niveles permanecen relativamente estables a lo largo del tiempo (L. S. A. Augustin et al., 2015), como sucedió con la OB. Por otra parte, se ha encontrado que el riesgo de padecer diabetes tipo 1 es mayor cuando el pico se presenta a los 90 minutos, en comparación que cuando es a los 30 minutos (Ismail et al., 2018).

**Tabla 26 Parámetros del análisis de índice glucémico para cada una de las soluciones**

	<b>Control</b>	<b>BC</b>	<b>BO</b>
Pico incremental de glucosa (mg/dL)	$53.78 \pm 5.07^{ab}$	$56.29 \pm 4.14^a$	$24.97 \pm 3.41^c$
Área bajo la curva	$216.5 \pm 13.44^{ab}$	$185.5 \pm 12.02^a$	$131.5 \pm 12.02^c$
GI	100 <sup>a</sup>	$85.68 \pm 5.55^b$	$60.74 \pm 5.55^c$

Control: solución de glucosa, BC: bebida comercial (preparada a partir de un concentrado en polvo sabor mango), BO: bebida optimizada de MB (0.5% XG, 0.5% CMC y 0.5% SD). Las letras diferentes (a, b, c) indican una diferencia significativa entre los valores de las columnas.

En la Tabla 27 se muestran los valores de AUC para las diferentes muestras. Se observa que la OB tiene una menor área, es decir, una menor liberación de glucosa en sangre, por lo que se sugiere, que el MB es una fuente de fibra como mayor potencial para el control de la glicemia postprandial. Esto es debido al contenido de fibra de la bebida y probablemente a la relación fibra soluble:insoluble (1:1.72). Algunos autores han estudiado el efecto de la relación fibra soluble:insoluble sobre este parámetro. Chen et al. (2017) analizaron el efecto de tres bebidas, un control (placebo) y dos bebidas elaboradas a partir de un subproducto de naranja, una con 35% (2.5 g fibra dietaria total) y la otra con 77% (5.48 g fibra dietaria total) de orujo de naranja (1:1.5 relación de fibra soluble:insoluble). Los autores reportan, el AUC fue de 200 para la bebida con 77%

de orujo, siendo menor al AUC del control y la bebida con 35% de orujo. (Vuksan et al., 2017) encontraron que una bebida de lino (1:2.52 relación de fibra soluble:insoluble) tuvo un valor para AUC de  $152.89 \pm 20.22$  y una con salba chía (1:21 relación de fibra soluble:insoluble) de  $130.43 \pm 20.55$ . Estos valores están por arriba de los resultados obtenidos para la OB.

Respecto al GI, la OB se ubica en la categoría de GI medio (56 - 69) y la CB, con un GI alto ( $\geq 70$ ) (Bharath Kumar & Prabhasankar, 2014). Al ser la OB, una bebida con GI medio, genera un efecto moderado en el cambio de los niveles de glucosa en sangre después de su consumo (Kane & Hamilton, 2016). La respuesta glicémica depende de la naturaleza de los carbohidratos y del tipo de procesamiento del alimento. Mientras más lenta sea la tasa de absorción de los carbohidratos, menor será el aumento de glucosa en sangre, y por lo tanto, el GI será menor (L. S. Augustin, Franceschi, Jenkins, Kendall, & Vecchia, 2002).

Se sabe que la fibra, en particular, la fibra soluble tiene un efecto positivo sobre el GI. Los hidrocoloides que se utilizaron para la optimización de la bebida (XG y CMC) se consideran dentro de este tipo de fibra (Capuano, 2017). Fuwa, Nakanishi, & Moritaka, (2016) encontraron que la adición de  $\geq 1\%$  de XG ayuda a controlar los niveles de glucosa en sangre 15 y 30 min después de su consumo. Relacionado con esto, Vuksan et al. (2017) compararon el efecto del consumo de salba chía (30 g/1000 kcal, 34.4 g de fibra dietaria total en promedio) contra un control basado en salvado de avena (36 g/1000 kcal, 32.9 g de fibra dietaria total en promedio). Los autores encontraron que la viscosidad proporcionada por estas fuentes de fibra, está relacionada con la digestión y absorción de los carbohidratos, lo que disminuye y regula la glicemia postprandial, factor de riesgo para pacientes con Diabetes tipo 2. En otra investigación se analizó el efecto de la ingesta de 4 diferentes bebidas: un control sin fibra y diferentes fuentes de fibra: goma guar (78% fibra soluble, 7.8 g por porción), fibra de salvado de trigo (48% fibra insoluble, 10.5 g por porción) y  $\beta$ -glucano de avena (34% mezcla de fibra soluble e insoluble, de la cual 50%  $\beta$ -glucano, 10.5 g por porción). Los resultados mostraron que la fibra

soluble (viscosa) tiene un mayor efecto positivo sobre la glucosa postprandial y el metabolismo de carbohidratos, lo que genera además un aumento de la saciedad (Lyly et al., 2009).

La razón por la cual el GI resultó ser medio, puede ser atribuida a la cantidad de azúcares naturales que contiene el bagazo de mango ( $30.40 \pm 2.27\%$  del polvo para preparar la OB). Sin embargo, con los resultados obtenidos se evidencia que los azucares naturales de las frutas son absorbidos de manera más lenta respecto a la solución de glucosa y la bebida comercial. Lo anterior se puede deber a cantidad de fibra ( $40.90 \pm 0.19\%$ ) que contiene la OB, que influye de manera significativa en el control de los niveles de glucosa en sangre y manteniéndolos en un nivel intermedio (Figura 3). Además, la proporción de fibra soluble:insoluble también podría haber influido en el control de los niveles de glucosa en sangre, lo que concuerda con lo reportado por (Devi et al., 2014); que indica que a mayor proporción de fibra soluble, el GI tiende a ser menor. El GI de la bebida comercial fue alto, por lo que representa una ventaja respecto de la OB (GI medio), lo que sugiere que podría ser una opción para controlar los niveles de glucosa en sangre con su consumo regular.

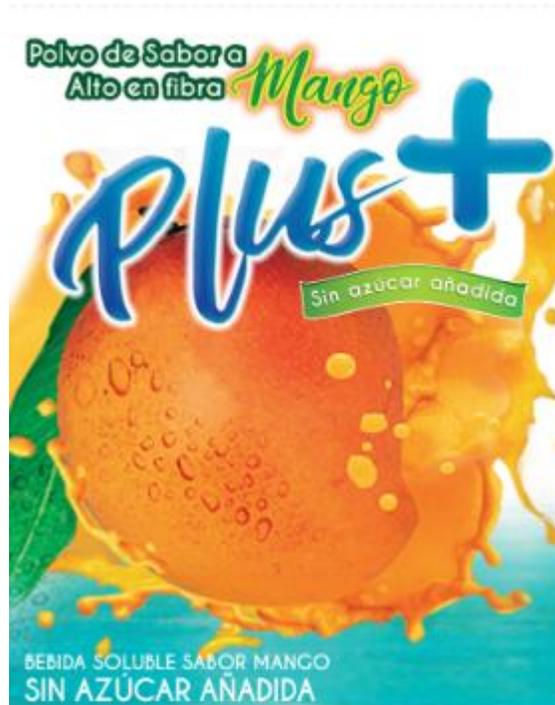
#### 5.7 Diseño de marca, empaque y etiqueta

Plus + es la marca con la que se identifica al concentrado en polvo para preparar la bebida. Plus + es una empresa dedicada a la fabricación de bebidas en polvo para el público en general, que busca desarrollar una nueva línea de productos funcionales e innovadores, por lo que Plus + alto en fibra ahora forma parte de esta nueva línea.

La marca representa salud combinada con un buen sabor, a un precio accesible y con una imagen fresca y novedosa. El origen de ésta se encuentra en la necesidad por brindarle a la sociedad un producto alimenticio que sea de alta calidad, delicioso y benéfico para la salud digestiva, ayudando a la prevención de

algunos de los mayores problemas que sufre la población mexicana, como la obesidad, sobrepeso, diabetes y cáncer en el sistema gástrico.

La marca será representada por un logotipo (transcripción escrita del nombre de la empresa o marca, con grafía única y personalizada). Y así como la marca, el diseño de la etiqueta es dinámico, fresco y competitivo, con la finalidad de lograr competir en el mercado (Figura 28):

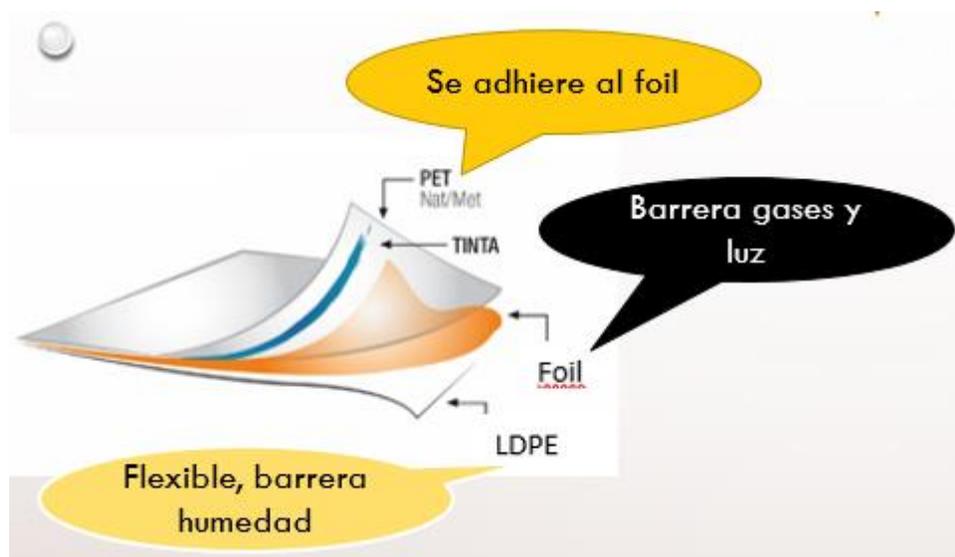


**Figura 27 Imagen de Plus + mango alto en fibra**

Diseño de la etiqueta elaborado por la Mtra. Blanca Verónica Garfías basada en la información de la investigación

En relación al empaque el material que se eligió como ideal para proteger y conservar el producto fue un tr laminado de PET/foil/LDPE (Figura 28). Cabe mencionar, que el envase que se usó para el análisis de vida de anaquel no contaba con la capa de LDPE, pues el lote de venta de estos sobres es por millares y no se contaba con el recurso para ello. En este caso el PET es una película plástica metalizada que por sus propiedades puede ser sometido a la deposición de metal (aluminio, foil) en su superficie por evaporación al alto vacío. El foil, es una lámina

delgada de aluminio que se adhiere al PET y se usa como barrera, pues protege al producto contra gases y luz por lo que es muy útil al proteger sustancias que se puedan fácilmente oxidar y degradar, además de proporcionar al envase una apariencia metálica. Por su parte, el LDPE es un polietileno de baja densidad, material que es suave al tacto, flexible y fácilmente estirable, tiene buena claridad y sirve como barrera contra la humedad (abc-pack). Por lo tanto, la mezcla laminada de estos tres materiales da al envase todas las propiedades necesarias para conservar de la mejor manera el producto, pues por las características de los materiales que conforman el laminado, éste presenta resistencia a la entrada de líquido, humedad y aire dentro del empaque.



**Figura 28 Material trilaminado ideal para el envase del producto**

Fuente: (Lamitec)

Para facilitar el abrir el envase, parte de los acabados que se le darán al sobre será una muesca (abre fácil). Y en relación a la impresión, ésta será atrapada entre el laminado de PET y el metalizado de foil, por un proceso de rotograbado, pues es el indicado para empaques flexibles (Envapack, 2013).

A continuación, se muestran las características del PET (Tabla 28) y el LDPE (Tabla 29):

**Tabla 27 Características del PET**

Polietileno tereftalato ( <b>PET</b> )	
Transparencia	Transparente
Resistencia a agua	Excelente
Temperatura de trabajo	-62°C a 90°C
Temperatura de sellado	205 a 220°C
Aplicaciones	Películas, termoformados, envases, tapas, bandejas
Impresión	Buena

(Envapack, 2013)

**Tabla 28 Características del LDPE**

Polietileno de baja densidad ( <b>LDPE</b> )	
Transparencia	Translúcido
Resistencia a agua	Excelente
Temperatura de sellado	121 a 176°C
Aplicaciones	Películas, laminas, envases, tapas
Impresión	Previo tratamiento

(Envapack, 2013)

En relación a la propuesta de desecho, ya que el trilaminado, por sus propiedades de fabricación, resulta complicado reciclarse, pues no es posible mediante algún proceso mecánico separar las 3 capas para reciclarlas por individual. Lo que se propuso entonces para atenuar los efectos negativos que pudiera tener el uso de este tipo de materiales, fue aplicar la filosofía de Nestlé en relación a envases y embalajes sostenibles:

- Tener el menor peso y volumen posible
- Reducir los residuos en todas las etapas (fabricación, uso y eliminación)
- Usar materiales reciclados para el embalaje (Rodríguez).

Con estos diseños, al usuario final se le ofrece dinamismo, diversión, diversidad de usos, salud al alcance de su mano y sabor natural. Siendo así nuestro factor diferenciador con la competencia, por un lado, el enfoque a la salud y, por otro lado, el enfoque a lo dinámico y diverso del producto. Por ejemplo, con el mismo

polvo se puede sazonar fruta con chilito, preparar una margarita, agregarlo a un licuado, a un smoothie, entre mil opciones más.

En relación al etiquetado del producto, más allá de la marca y la imagen, éste debe cumplir con las especificaciones marcada por las NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y la norma de etiquetado frontal, que establecen se debe incluir lo siguiente (SEGOB, 2010) (COFEPRIS, 2010):

- NOM-051-SCFI/SSA1-2010:
  - Parte frontal del envase: marca, logotipo, leyenda de “alto en fibra”, lote y caducidad, rendimiento, contenido neto, la leyenda “polvo para preparar néctar de mango” y lo referente al etiquetado frontal de la COFEPRIS. Se toma en cuenta, de acuerdo con la COFEPRIS, las dimensiones del envase para determinar la distribución de la información de manera óptima.
  - Parte trasera del envase: modo de uso, tabla de información nutrimental, ingredientes, datos de país de origen y datos fiscales de la empresa.
- Etiquetado frontal (reglas a cumplir)
  - Reglas generales de implementación del etiquetado frontal
  - Nutrimientos y energía a declarar
  - Valores de referencia por nutrimento y energía
  - Declaración y distribución de las leyendas
    - Implementación por tipo, forma y tamaño de envase
    - Ubicación e iconografía
    - Uso correcto de los criterios de redondeo
    - Criterios de implementación

Dando cumplimiento con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 la información en la etiqueta frontal se ilustra a continuación (Figura 30):

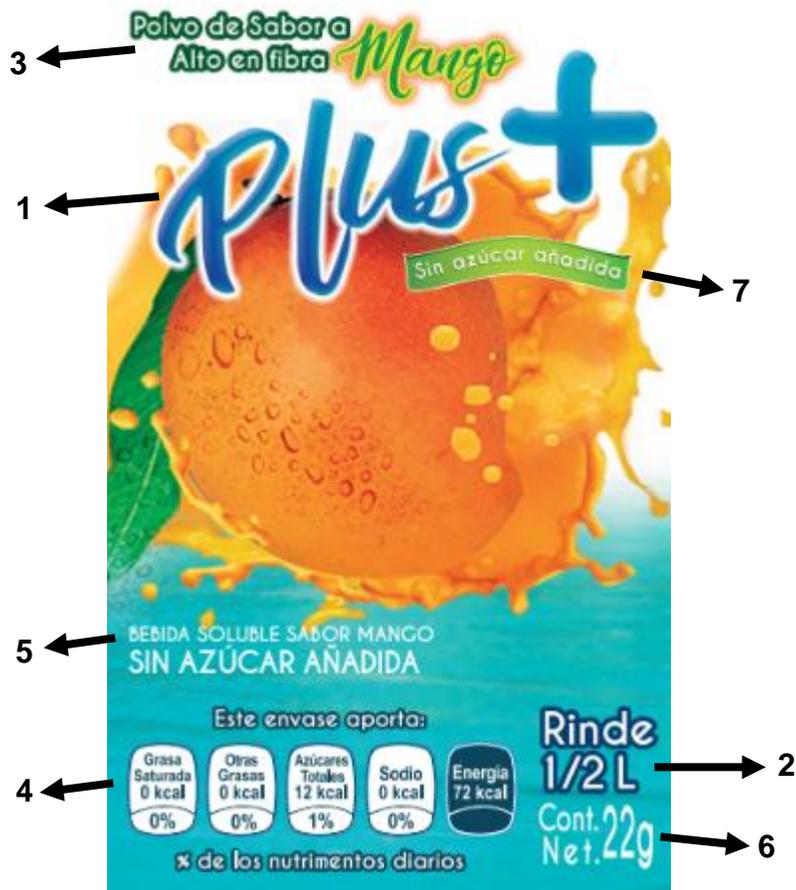


Figura 29 Información del frente de la etiqueta con simbología

Significado de cada número señalado en la etiqueta:

1. Marca y logotipo
2. Rendimiento
3. Leyenda de “alto en fibra”, en cumplimiento con la norma de etiquetado de la FAO (2010).
4. “Etiquetado frontal” en cumplimiento con la norma de la (COFEPRIS, 2010) (Ver Figura 31)
5. Nombre genérico o denominación del alimento o bebida no alcohólica
6. Contenido neto

7. Leyenda de “sin azúcar añadida”, en cumplimiento con la norma de la FAO (1997), dado que durante el proceso de fabricación del producto en ningún momento se agrega azúcar ni en la fórmula.



Figura 30 Etiquetado frontal de la OB

Y la etiqueta por el reverso de la siguiente forma (figura 32):

8 ← **Empieza la nutrición** bebe un poco de agua simple.

Vacía el contenido de Plus+ a tu botella de agua. ¡Tapa y agita! ¡Disfrúta!

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	21g
Porciones por envase	1
Cantidad por porción (para 500ml)	
Contenido energético	323kj (76kcal)
Grasas totales	0g
Sodio	0g
Carbohidratos de los cuales	17g
Azúcares	3g
Fibra	9g
Proteínas	1g

10 ← Fecha de Caducidad:  Lote:  13

INGREDIENTES: BAGAZO DE MANGO, ESTEVIA, DIÓXIDO DE SILICIO, CMC, GOMA XANTANA. 12

9 ← Elaborado y Envasado por UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, CAIDEP-ParqueBiotecnológico; Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas, Santiago de Querétaro, Qro. C.P. 7601. R.F.C. UAQ5101111MQ9. HECHO EN MEXICO. CONSERVESE EN UN LUGAR FRESCO Y SECO. CONSERVE EL AMBIENTE, DEPOSITE EL ENVASE VACIO EN LA BASURA. 14

**Figura 31 Información del reverso de la etiqueta con simbología**

Significado de cada número señalado en la etiqueta:

8. Modo de uso o preparación
9. Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal
10. Fecha de caducidad
11. Tabla de información nutrimental (Figura 33)
12. Lista de ingredientes
13. Identificación del lote
14. País de origen

<b>Información Nutrimental</b>	
Tamaño de la porción	21g
Porciones por envase	1
<b>Cantidad por porción (para 500ml)</b>	
<b>Contenido energético</b>	<b>323kj (76kcal)</b>
<b>Grasas totales</b>	<b>0g</b>
<b>Sodio</b>	<b>0g</b>
<b>Carbohidratos de los cuales</b>	<b>17g</b>
Azúcares	3g
Fibra	9g
<b>Proteínas</b>	<b>1g</b>

**Figura 32 Información nutrimental de la OB**

## 5.8 Análisis y proyección financiera

Para el cálculo del adecuado precio de venta, se determinaron e identificaron los costos fijos y variables de producción, para obtener un costo total, mismo que se pudiera comparar con el precio de la competencia. La información se muestra en la Tabla 30. Además, se tomó en cuenta el valor calculado para la TREMA (Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable), que fue de 21.94%, para así

poder calcular la TIR (Tasa Interna de Retorno), que resultó del 86%. Al comparar los valores de la TREMA y el TIR, se puede concluir que el negocio resulta rentable y viable, pues  $TREMA < TIR$ .

**Tabla 29 Análisis de precio de venta para la OB**

<b>Concepto</b>	<b>Costo por pieza</b>
Costo fijo	\$0.69
Costo variable	\$3.57
Costo total	\$4.26
Precio competencia	\$14.5
Precio elegido para la OB	\$10

Respecto a las ventas y el punto de equilibrio requerido para mantener unas finanzas sanas en la empresa, en la Tabla 31 se muestran los valores monetarios y en unidades (anuales, mensuales y por día), requeridas para alcanzar el punto de equilibrio. Conocer esta información es de suma importancia pues observar constantemente estas cifras evitará llevar a la quiebra a la empresa, pues esto permite tomar medidas adecuadas cuando las ventas no sean como se había proyectado. Además, conociendo la situación económica de la empresa, se puede crear un modelo financiero en busca de alcanzar la viabilidad y factibilidad financiera del proyecto a tiempo.

**Tabla 30 Punto de equilibrio**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
En ventas	\$821,293
Piezas anuales	82,129
Piezas mensuales	6,844
Piezas por día	228

Respecto a la proyección financiera del proyecto a 5 años, y las razones financieras que se calcularon, la información no se muestra, pues al no contar con valores reales de ventas y ganancias anuales, las gráficas no mostraron diferencias significativas entre un año y otro.

## 5.9 Validación con el usuario de la bebida optimizada

Respecto al consumo de bebidas altas en fibra, el 27% de los participantes ha consumido concentrados en polvo para preparar bebidas altas en fibra, dentro de las cuales se encuentran polvos de las marcas Falcon, Herbalife y Metamucill. En cuanto al tema de salud, el 100% de ellos mencionaron preocuparse por su salud, y aquellos temas con mayor frecuencia de interés al respecto fueron: que sea saludable pero práctico (24%), comer saludable (16%), comer cosas que te hagan sentir satisfecho o saciado (13%) y los antioxidantes (11%) (Figura 33). Se identificaron las categorías con mayor importancia para los consumidores; la bebida desarrollada entra dentro de las cuatro categorías principales, por lo que, si se sumaran estos porcentajes, representaría más del 50% de interés de los consumidores por adquirirlo, tomando en cuenta las cuatro categorías. En relación al consumo de productos para la salud, particularmente la digestiva, el 55% consume productos de esta categoría, dentro de los cuales incluyen: productos con probióticos, preparados naturales, frutas y verduras, suplementos y cereales.

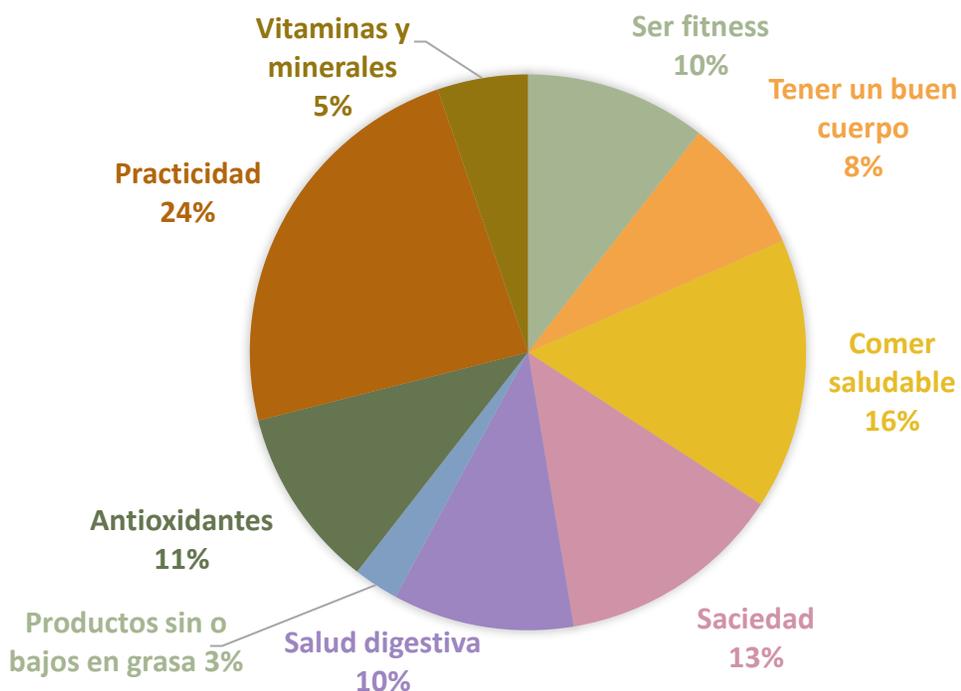


Figura 33 Temas relacionados con la salud que son del interés de los participantes

Respecto a la retroalimentación y los comentarios relacionados con la bebida desarrollada, al 100% de los participantes les agradó la etiqueta, la marca, los colores y tipografías de la imagen del producto. Algunos de los comentarios relacionados fueron que la imagen es adecuada, llamativa, innovadora, creativa y fácil de recordar. Además de esto, algunos de los participantes dieron sugerencias para mejorar el producto como: agregarle acidez a la formulación, que la imagen debería enfocarse un poco más en un diseño que evoque el recuerdo de saludable, agregar un poco más de color verde y disminuir el color naranja del mango en la etiqueta, mencionar algunas sugerencias de uso o aplicación del producto (como en frappé, raspado, etc.), desde la mercadotecnia del producto, sugirieron incluir frases como “Sabias que...”, para informar más a los consumidores sobre los beneficios del consumo de la bebida, entre otras sugerencias particulares.

En cuanto al rendimiento por porción de producto, sólo el 36% opinaron que ésta no era adecuada, pues ellos preferirían más diluida la bebida o en envases más grandes con mayor número de porciones del producto. El 100% percibe el envase como práctico y un producto fácil de preparar, aunque cabe destacar que, al preparar su bebida, sólo el 27% leyeron el modo de uso del producto en el envase, y lo hicieron de la manera correcta. En cuanto al precio, el promedio seleccionado por los participantes, considerado adecuado para pagar por la presentación mostrada del producto, fue de  $\$13.18 \pm 2.53$ , lo cual se encuentra arriba del costo sugerido para el ejercicio de la proyección financiera, representando un mayor margen de ganancias.

Además, se les preguntó en qué lugares los participantes acostumbraban adquirir sus productos de consumo cotidiano, y el 91% respondió que en el supermercado, por lo que se les preguntó el área de la tienda en la que ellos considerarían adecuado colocar el producto para su exhibición y venta, el 55% contestó que en el área donde están las demás marcas de concentrados en polvo para preparar bebidas, el 18% que en el área de cajas y el resto que en áreas especializadas en nutrición o farmacia. Y, por último, se les preguntó que, si el

producto estuviera a la venta, con qué frecuencia lo consumirían y en promedio respondieron que 1 vez a la semana. Hay que destacar, que el 9% respondió que varias veces en un solo día, por lo que, con un marketing adecuado, los resultados sugieren que el nicho de mercado para la venta del producto podría ser muy amplio.

## **6. CONCLUSIONES**

Se logró desarrollar y optimizar un concentrado en polvo para preparar una bebida a base de bagazo de mango alta en fibra ( $40.90 \pm 0.19\%$ ) y sin azúcar añadida.

La bebida desarrollada optimizada no presentó diferencias significativas de aceptación sensorial por parte del panel de consumidores comparado con un control comercial.

La bebida desarrollada tuvo un índice glucémico bajo, lo que contribuyó a regular los niveles de glucosa en sangre postprandial. Esto representa una ventaja frente a otras bebidas porque al ser de IG bajo, se considera apta para consumo de todo público, incluyendo personas con diabetes.

Cabe resaltar que, a partir de la investigación desarrollada, también se encontró que, dentro de los subproductos de la agroindustria, el bagazo de mango ha sido muy poco estudiado, por lo que, este trabajo sería uno de los primeros reportes al respecto, donde se destacan los beneficios del uso de este en el desarrollo de productos. Además, la innovación del presente proyecto, referente al índice glucémico, consiste en reportar el comportamiento de los carbohidratos (fibra) de bagazo de mango, y cómo estos influyen en el control de los niveles de glucosa en sangre.

El producto desarrollado no se encuentra en el mercado, por lo que se considera una innovación del tipo incremental, pues de lo existente en el mercado, la bebida optimizada desarrollada presenta mejoras, formando parte de la clasificación de bebidas funcionales debido a su influencia sobre el control de los niveles de glucosa en sangre con su consumo, a partir de un índice glucémico medio.

## 7. LITERATURA CITADA

Abedi, F., A. M. Sani, and H. Karazhiyan. 2014. Effect of some hydrocolloids blend on viscosity and sensory properties of raspberry juice-milk. *J. Food Sci. Technol.* 51:2246–2250. doi:10.1007/s13197-012-0705-0.

Aghajanzadeh, S., A. M. Ziaiifar, and M. Kashaninejad. 2017. Influence of thermal treatment, homogenization and xanthan gum on physicochemical properties of watermelon juice: A response surface approach. *LWT - Food Sci. Technol.* 85:66–74. doi:10.1016/j.lwt.2017.07.007.

Aguilar, J. A. 2004. ¿Dulce alternativa? Edulcorantes artificiales. Available from: [https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos\\_04/edulcorantes\\_abr04.pdf](https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_04/edulcorantes_abr04.pdf)

Aguilar-García, C., A. M. Cioccia, V. Gavino, M. Gutiérrez, and P. Hevia. 2017. Beneficios de la fibra dietética y poder antioxidante del salvado de arroz en ratas deficientes en Vitamina E. 51:83–94.

Análisis Actinver. 2015. El sector de los alimentos procesados en México. Estudios sectoriales y regionales. Available from: <https://www.actinver.com/cs/groups/public/documents/actinver/dmvy/mde3/~edisp/actinver017720.pdf>

Arriola Peñalosa, M. A., ed. 2012. NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Available from: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/218ssa1100212.pdf>

Augustin, L. S. A., C. W. C. Kendall, D. J. A. Jenkins, W. C. Willett, A. Astrup, A. W. Barclay, I. Björck, J. C. Brand-Miller, F. Brighenti, A. E. Buyken, A. Ceriello, C. La Vecchia, G. Livesey, S. Liu, G. Riccardi, S. W. Rizkalla, J. L. Sievenpiper, A. Trichopoulou, T. M. S. Wolever, S. Baer-Sinnott, and A. Poli. 2015. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 25:795–815. doi:10.1016/j.numecd.2015.05.005.

Augustin, L. S., S. Franceschi, D. J. A. Jenkins, C. W. C. Kendall, and C. L. Vecchia. 2002. Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56:1049–1071. doi:10.1038/sj.ejcn.1601454.

Baccouche, A., M. Ennouri, I. Felfoul, and H. Attia. 2013. A physical stability study of whey-based prickly pear beverages. *Food Hydrocoll.* 33:234–244. doi:10.1016/j.foodhyd.2013.03.007.

Bae, I. Y., Y. Jun, S. Lee, and H. G. Lee. 2016. Characterization of apple dietary fibers influencing the in vitro starch digestibility of wheat flour gel. *LWT - Food Sci. Technol.* 65:158–163. doi:10.1016/j.lwt.2015.07.071.

Bak, J. H., and B. Yoo. 2018. Effect of CMC addition on steady and dynamic shear rheological properties of binary systems of xanthan gum and guar gum. *Int. J. Biol. Macromol.* 115:124–128. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.04.052.

Başkan, K. S., E. Tütem, E. Akyüz, S. Özen, and R. Apak. 2016. Spectrophotometric total reducing sugars assay based on cupric reduction. *Talanta.* 147:162–168. doi:10.1016/j.talanta.2015.09.049.

Batis, C., T. C. Aburto, T. G. Sánchez-Pimienta, L. S. Pedraza, and J. A. Rivera. 2016a. Adherence to Dietary Recommendations for Food Group Intakes Is Low in the Mexican Population. *J. Nutr.* 146:1897S–906S. doi:10.3945/jn.115.219626.

Batis, C., S. Rodríguez-Ramírez, A. C. Ariza, and J. A. Rivera. 2016b. Intakes of Energy and Discretionary Food in Mexico Are Associated with the Context of Eating: Mealtime, Activity, and Place. *J. Nutr.* 146:1907S–15S. doi:10.3945/jn.115.219857.

Benavente-García García, O. 2012. Antioxidantes en la salud, en la enfermedad y en la alimentación: Alimentos Funcionales. Available from: <http://www.um.es/lafem/Actividades/OtrasActividades/CursoAntioxidantes/MaterialAuxiliar/2012-03-06-AntioxidantesSaludAlimentosFuncionales.pdf>

Bertagnolli, S. M. M., M. L. R. Silveira, A. de O. Fogaça, L. Umann, and N. G. Penna. 2014. Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour. *Food Sci. Technol.* 34:303–308. doi:10.1590/fst.2014.0046.

Bharath Kumar, S., and P. Prabhasankar. 2014. Low glycemic index ingredients and modified starches in wheat based food processing: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 35:32–41. doi:10.1016/j.tifs.2013.10.007.

Bonilla, P. E., F. Quispe, L. Negrón, and A. I. Zavaleta. 2017. COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ANÁLISIS SENSORIAL DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.) Y ESTEVIA (*Stevia* SP.). *Cienc. E Investig.* 18:37–42.

Bonvecchio Arenas, A., A. C. Fernández-Gaxiola, M. Plazas Belausteguigoitia, M. Kaufer-Horwitz, A. B. Pérez Lizaur, and J. ángel Rivera Dommarco. 2015. Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. CONACYT. Available from: [http://www.anmm.org.mx/publicaciones/CANivANM150/L29\\_ANM\\_Guias\\_alimentarias.pdf](http://www.anmm.org.mx/publicaciones/CANivANM150/L29_ANM_Guias_alimentarias.pdf)

Bourges, H., E. Casanueva, and J. L. Rosado. 2009. Recomendaciones de Ingestión de Nutrientes para la Población Mexicana, Bases Fisiológicas, Tomo 2. Médica Panamericana, México.

Brandenstein, C. V., M. Busch-Stockfish, and M. Fischer. 2014. Sweetness and other sensory properties of model fruit drinks: does viscosity have an impact? *J. Sci. Food Agric.* 95:809–818. doi:10.1002/jsfa.6907.

Cabrera-Gaytán, D. A., and M. T. Cruz-Patiño. 2017. The freedom to choose, eat, add and gain weight. *Rev. Médica Hosp. Gen. México.* doi:10.1016/j.hgmx.2017.02.004. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185106317300070>

Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y alcoholera, Central Motzorongo, Fideicomiso Ingenio Atencingo, and Fideicomiso Ingenio Casasano. 2011. NMX-F-436-SCFI-2011 industria azucarera y alcoholera - determinación de grados Brix en jugos de especies vegetales productoras de azúcar y materiales azucarados-método del refractómetro. Available from: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114895/NMX-F-436-SCFI-2011.pdf>

Cañas Ángel, Z., D. A. Restrepo Molina, and M. Cortés Rodríguez. 2011. Revisión: productos vegetales como fuente de fibra dietaria en la industria de alimentos. 64:6023–6035.

Capuano, E. 2017. The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57:3543–3564. doi:10.1080/10408398.2016.1180501.

Cardozo, C. J. M., C. A. J. Castañeda, and C. S. S. Ripoll. 2017. Development of mango (*Mangifera indica* L.) energy drinks. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín.* 70:8115–8121. doi:10.15446/rfna.v70n1.61770.

CGE. 2012. Brainstorming. Confed. Granadina Empres. Available from: <http://www.cge.es/portalcge/tecnologia/innovacion/4112brainstorming.aspx>

Chapa Cantú, J., D. Flores Curiel, and L. Zúñiga Valero. 2015. La industria de las bebidas no alcohólicas en México. Available from: [http://impuestosaludable.org/wp-content/uploads/2013/06/La-industria-de-las-bebidas-no-alcoh%C3%B3licas-en-m%C3%A9xico\\_vf\\_UANL.pdf](http://impuestosaludable.org/wp-content/uploads/2013/06/La-industria-de-las-bebidas-no-alcoh%C3%B3licas-en-m%C3%A9xico_vf_UANL.pdf)

Charoen, R., A. Jangchud, K. Jangchud, T. Harnsilawat, and D. J. McClements. 2015. The Physical Characterization and Sorption Isotherm of Rice Bran Oil Powders Stabilized by Food-Grade Biopolymers. *Dry. Technol.* 33:479–492. doi:10.1080/07373937.2014.962142.

Chen, C.-Y. O., H. Rasmussen, A. Kamil, P. Du, and J. B. Blumberg. 2017. Orange Pomace Improves Postprandial Glycemic Responses: An Acute, Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind, Crossover Trial in Overweight Men. *Nutrients.* 9:130. doi:10.3390/nu9020130.

Cho, H. M., and B. Yoo. 2015. Rheological Characteristics of Cold Thickened Beverages Containing Xanthan Gum–Based Food Thickeners Used for Dysphagia Diets. *J. Acad. Nutr. Diet.* 115:106–111. doi:10.1016/j.jand.2014.08.028.

COFEPRIS. 2010. Manual de etiquetado frontal nutrimental. Available from: [http://www.cofepris.gob.mx/AS/Documents/COMISI%C3%93N%20DE%20OPERACI%C3%93N%20SANITARIA\\_Documentos%20para%20publicar%20en%20la%20secci%C3%B3n%20de%20MEDICAMENTOS/ALIMENTOS/ManualEtiquetado\\_VF.pdf](http://www.cofepris.gob.mx/AS/Documents/COMISI%C3%93N%20DE%20OPERACI%C3%93N%20SANITARIA_Documentos%20para%20publicar%20en%20la%20secci%C3%B3n%20de%20MEDICAMENTOS/ALIMENTOS/ManualEtiquetado_VF.pdf)

Colchero, M. A., B. M. Popkin, J. A. Rivera, and S. W. Ng. 2016. Beverage purchases from stores in Mexico under the excise tax on sugar sweetened beverages: observational study. *BMJ.* 352:h6704. doi:10.1136/bmj.h6704.

Contreras Lozano, K. P. 2016. Desarrollo de una bebida de maíz dulce (*Zea mays* var. *Saccharata*) con adición de hidrocoloides y aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) [masters]. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/51806/>

Cortés Díaz, G. M., G. A. Prieto Suárez, and W. E. Roza Nuñez. 2015. Caracterización bromatológica y fisicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) y su posible aplicación como alimento nutraceutico. *Cienc. En Desarro.* 6:87–97.

Cree-Green, M., D. Xie, H. Rahat, Y. Garcia-Reyes, B. C. Bergman, A. Scherzinger, C. Diniz Behn, C. L. Chan, M. M. Kelsey, L. Pyle, and K. J. Nadeau. 2018. Oral Glucose Tolerance Test Glucose Peak Time Is Most Predictive of Prediabetes and Hepatic Steatosis in Obese Girls. *J. Endocr. Soc.* 2:547–562. doi:10.1210/js.2018-00041.

Cruz A., Guamán M., Castillo M., Glorio P., and Martínez R. 2015. Fibra dietaria en subproductos de mango, maracuyá, guayaba y palmito. 36. Available from: <http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo2/Fibradietariaensubproductos.pdf>

Dak, M., V. R. Sagar, and S. K. Jha. 2014. Shelf-life and kinetics of quality change of dried pomegranate arils in flexible packaging. *Food Packag. Shelf Life.* 2:1–6. doi:10.1016/j.fpsl.2014.04.005.

Devi, P. B., R. Vijayabharathi, S. Sathyabama, N. G. Malleshi, and V. B. Priyadarisini. 2014. Health benefits of finger millet (*Eleusine coracana* L.) polyphenols and dietary fiber: a review. *J. Food Sci. Technol.* 51:1021–1040. doi:10.1007/s13197-011-0584-9.

Diaz-Gámez, G. L., and M. P. Bernal-Celemin. 2016. Modelo de gestión de capacidades logísticas en la cadena de suministro agroindustrial frutícola en Bogotá, Cundinamarca. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Available from:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5244/1/DiazGamezGinaLizeth2017.pdf>

Durán C, R., and A. Valenzuela B. 2010. LA EXPERIENCIA JAPONESA CON LOS ALIMENTOS FOSHU: ¿LOS VERDADEROS ALIMENTOS FUNCIONALES? *Rev. Chil. Nutr.* 37:224–233. doi:10.4067/S0717-75182010000200012.

Durán-Mendoza, T., M. González-Pérez, M. C. de la Cruz-Leyva, J. U. G. la Cruz, C. A. Cuenca-Soria, J. Guzmán-Ceferino, J. O. Angulo-Guerrero, and C. del C. Pérez-Sánchez. 2018. Análisis Del Efecto De La Adición De Fibra Cítrica Del Bagazo De La Naranja En Las Propiedades Nutrimentales Y Sensoriales De Un Embutido Y Determinación De La Calidad Microbiológica. *Eur. Sci. J. ESJ.* 14. doi:10.19044/esj.2018.v14n18p%p. Available from: <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/10954>

Edrisi Sormoli, M., and T. A. G. Langrish. 2015. Moisture sorption isotherms and net isosteric heat of sorption for spray-dried pure orange juice powder. *LWT - Food Sci. Technol.* 62:875–882. doi:10.1016/j.lwt.2014.09.064.

Envapack. 2013. Fichas técnicas de empaque, envase y embalaje. Available from: [http://www.envapack.com/book/descargas/fichas\\_2013.pdf](http://www.envapack.com/book/descargas/fichas_2013.pdf)

Espinoza-Moreno, R. J., C. Reyes-Moreno, J. Milán-Carrillo, and J. A. López-Valenzuela. 2016. Healthy Ready-to-Eat Expanded Snack with High Nutritional and Antioxidant Value Produced from Whole Amaranth Transgenic Maize and Black Common Bean. *Plant foods for human nutrition.* 71:218–224. doi:10.1007/s11130-016-0551-8.

FAO. 1997. Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables. Available from: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/33313-033ebb12db9b719ac1c14f821f5ac8e36.pdf>

FAO. 2005a. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas, frutas tropicales. Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Available from: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s13.htm>

FAO. 2005b. Fruit and vegetable processing, Mango and guava processing technologies. Available from: <http://www.fao.org/docrep/V5030e/V5030E0p.htm>

FAO. 2010. Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables. Available from: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/33313-033ebb12db9b719ac1c14f821f5ac8e36.pdf>

FAO, J. De La Cruz Medina, and H. S. García. 2012. MANGO: Post-harvest Operations. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Available from: <http://www.fao.org/3/a-av008e.pdf>

FAO/OMS. 1995. Codex Alimentarius, Normas Internacionales de los Alimentos. Available from: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BSTAN%2B192-1995%252FCXS\\_192s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BSTAN%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf)

Ford, A., and W. J. Dahl. 2016. Alimentos Funcionales. Available from: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FS/FS21300.pdf>

Freidin, B. 2016. Alimentación y riesgos para la salud: visiones sobre la alimentación saludable y prácticas alimentarias de mujeres y varones de clase media en el Área Metropolitana de Buenos Aires. 12:519–536. doi:10.18294/sc.2016.913.

Fuwa, M., Y. Nakanishi, and H. Moritaka. 2016. Effect of Xanthan Gum on Blood Sugar Level after Cooked Rice Consumption. *Food Sci. Technol. Res.* 22:117–126. doi:10.3136/fstr.22.117.

García-Almeida, J. M., C. Casado Fdez., and J. García Alemán. 2013. Una visión global y actual de los edulcorantes: aspectos de regulación. *Nutr. Hosp.* 28:17–31.

Gaytán-Martínez, M., and B. Murua-Pagola. 2015. Manual de prácticas. Universidad Autónoma de Querétaro.

Greenwood, D. C., D. E. Threapleton, C. E. L. Evans, C. L. Cleghorn, C. Nykjaer, C. Woodhead, and V. J. Burley. 2013. Glycemic Index, Glycemic Load, Carbohydrates, and Type 2 Diabetes: Systematic review and dose–response meta-analysis of prospective studies. *Diabetes Care.* 36:4166–4171. doi:10.2337/dc13-0325.

Guerrero, J. C. M., R. R. Romero, R. A. G. Zepeda, R. O. Hernández, S. R. Jiménez, A. R. R. Chávez, and L. C. Covarrubias. 2016. Determinación del índice glucémico y la carga glucémica de productos lácteos fermentados en sujetos adultos sanos, sedentarios y deportistas. *Nutr. Hosp.* 33. doi:10.20960/nh.572.

Hajmohammadi, A., M. K. Pirouzifard, M. Shahedi, and M. Alizadeh. 2016. Enrichment of a fruit-based beverage in dietary fiber using basil seed: Effect of Carboxymethyl cellulose and Gum Tragacanth on stability. *LWT - Food Sci. Technol.* 74:84–91. doi:10.1016/j.lwt.2016.07.033.

Hawkes, C., J. Jewell, and K. Allen. 2013. A food policy package for healthy diets and the prevention of obesity and diet-related non-communicable diseases: the NOURISHING framework. *Obes. Rev.* 14:159–168. doi:10.1111/obr.12098.

Hernández Ávila, M., J. Rivera Dommarco, T. Shamah Levy, L. Cuevas Nasu, L. M. Gómez Acosta, E. B. Gaona Pineda, M. Romero Martínez, I. M. Gómez-Humarán, P. Saturno Hernández, S. Villalpando Hernández, J. P. Gutiérrez, M. A. Ávila Arcos, E. R. Mauricio López, J. Martínez Domínguez, and D. E. García López. 2016. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT 2016).

Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud, México. Available from: [http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos\\_2016/ensanut\\_mc\\_2016-310oct.pdf](http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf)

Hernández Navarro, F. 2015. Elaboración y evaluación de un dulce enriquecido con fibra dietética presente en el bagazo de mango (*Manguífera indica* L.). Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Available from: [http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21495/Tesis%20\\_Fatima%20Hernandez%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21495/Tesis%20_Fatima%20Hernandez%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Herrera-Cazares, L. A., F. Hernández-Navarro, A. K. Ramírez-Jiménez, R. Campos-Vega, M. de la L. Reyes-Vega, G. Loarca-Piña, E. Morales-Sánchez, A. Wall-Medrano, and M. Gaytán-Martínez. 2017. Mango-bagasse functional-confectionery: vehicle for enhancing bioaccessibility and permeability of phenolic compounds. *Food Funct.* 8:3906–3916. doi:10.1039/C7FO00873B.

Hincapie, G. A., D. C. Vásquez, V. S. Galicia, and C. A. Incapie. 2014. PROPIEDADES TÉCNICO-FUNCIONALES DE LA FIBRA DIETARIA DE CÁSCARAS DE MANGO VARIEDAD HILACHA (*Mangifera indica* L.): EFECTO DEL SECADO POR CONVECCIÓN. *INGRESAR Rev.* 12. Available from: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/311>

Ibrahim, G. E., I. M. Hassan, A. M. Abd-Elrashid, K. F. El-Massry, A. H. Eh-Ghorab, M. R. Manal, and F. Osman. 2011. Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. *Food Hydrocoll.* 25:91–97. doi:10.1016/j.foodhyd.2010.05.009.

IFMEX. 2015. PRINCIPAL. INGREDIENTES FUNCIONALES MÉXICO SA CV. Available from: <http://www.ifmex.com/index.html>

Industria-Alimenticia. 2014. 10 principales tendencias de los alimentos funcionales para el 2014. *Ind. Aliment.* Available from: <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/87356-principales-tendencias-de-los-alimentos-funcionales-para-el-2014>

INEGI. 2015. Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Available from: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>

INEGI. 2017. Estadísticas a propósito del día mundial contra el cáncer (4 de febrero). Available from: [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/cancer2017\\_Nal.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/cancer2017_Nal.pdf)

Ismail, H. M., P. Xu, I. M. Libman, D. J. Becker, J. B. Marks, J. S. Skyler, J. P. Palmer, J. M. Sosenko, and T. 1 D. T. S. Group. 2018. The shape of the glucose concentration curve during an oral glucose tolerance test predicts risk for type 1 diabetes. *Diabetologia*. 61:84–92. doi:10.1007/s00125-017-4453-6.

Jahurul, M. H. A., I. S. M. Zaidul, K. Ghafoor, F. Y. Al-Juhaimi, K.-L. Nyam, N. A. N. Norulaini, F. Sahena, and A. K. Mohd Omar. 2015. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food Chem*. 183:173–180. doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.046.

Jardón, E. 2016. Frutas y verduras tienen su mayor aumento en casi 13 años. *El Financ*. Available from: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/inflacion-febrero-la-mas-alta-desde-mayo-de-2015-inegi.html>

Jaya, S., and H. Das. 2005. Accelerated Storage, Shelf Life and Color of Mango Powder. *J. Food Process. Preserv.* 29:45–62. doi:10.1111/j.1745-4549.2005.00012.x.

Jha, A., and A. A. Patel. 2014. Kinetics of HMF Formation during Storage of Instant Kheer Mix Powder and Development of a Shelf-Life Prediction Model. *J. Food Process. Preserv.* 38:125–135. doi:10.1111/j.1745-4549.2012.00754.x.

Juvonen, K. R., A.-K. Purhonen, M. Salmenkallio-Marttila, L. Lähteenmäki, D. E. Laaksonen, K.-H. Herzig, M. I. J. Uusitupa, K. S. Poutanen, and L. J. Karhunen. 2009. Viscosity of oat bran-enriched beverages influences gastrointestinal hormonal responses in healthy humans. *J. Nutr.* 139:461–466. doi:10.3945/jn.108.099945.

Kane, M. P., and R. A. Hamilton. 2016. Determination of the Glycemic Index of a Diabetes Truffle. *Journal of Global Diabetes & Clinical Metabolism*. 1.

Kristo, A. S., N. R. Matthan, and A. H. Lichtenstein. 2013. Effect of Diets Differing in Glycemic Index and Glycemic Load on Cardiovascular Risk Factors: Review of Randomized Controlled-Feeding Trials. *Nutrients*. 5:1071–1080. doi:10.3390/nu5041071.

Lamitec. Lamitec | Empaque su calidad | Película Laminada. Available from: [http://www.lamitec.com/productos\\_pelicula\\_laminada.php](http://www.lamitec.com/productos_pelicula_laminada.php)

Langen, N., M. Rhozyel, C. Göbel, M. Speck, T. Engelmann, H. Rohn, and P. Teitscheid. 2017. Displaying Sustainability Related Information on Meals - The Role of Design and Information Depth from a Consumer's Perspective. *Proc. Food Syst. Dyn.* 0:349–459. doi:10.18461/pfsd.2017.1737.

Logan, K., A. J. Wright, and H. Douglas Goff. 2015. Correlating the structure and in vitro digestion viscosities of different pectin fibers to in vivo human satiety. *Food Funct.* 6:62–70. doi:10.1039/C4FO00543K.

Luengo Fernández, E. 2007. Alimentos funcionales y nutraceuticos. Sociedad Española de Cardiología, España. Available from: <http://secardiologia.es/images/publicaciones/libros/2007-sec-monografia-nutraceuticos.pdf>

Lyly, M., K.-H. Liukkonen, M. Salmenkallio-Marttila, L. Karhunen, K. Poutanen, and L. Lähteenmäki. 2009. Fibre in beverages can enhance perceived satiety. *Eur. J. Nutr.* 48:251–258. doi:10.1007/s00394-009-0009-y.

Maireva, S., T. Usai, and S. Manhokwe. 2013. The Determination of Adulteration in Orange Based Fruit Juices. *Midl. State Univ. Dep. Food Sci. Nutr.* 2.

Mandey, L. C., and C. F. Mamujaja. 2016. Mango (*Mangifera indica*) Jam Production Technology. *J. Ilmu Dan Teknol. Pangan.* 4:28–35.

Martín-Esparza, M., A. Raga, C. González-Martínez, and A. Albors. 2018. Tallarines de huevo fresco micronizados enriquecidos con salvado: importancia de las gomas además de las características tecnológicas de la pasta. *Food Sci. Technol. Int.* 24:309–320. doi:10.1177/1082013217750683.

Martínez-Álvarez, J. 2016. Obesidad y alimentos funcionales: ¿son eficaces los nuevos ingredientes y productos? *Rev. Med. Univ. Navarra.* 50:31.

Maryam Adilah, Z. A., B. Jamilah, and Z. A. Nur Hanani. 2018. Functional and antioxidant properties of protein-based films incorporated with mango kernel extract for active packaging. *Food Hydrocoll.* 74:207–218. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.08.017.

Masli, M. D. P., B.-J. Gu, B. A. Rasco, and G. M. Ganjyal. Fiber-Rich Food Processing Byproducts Enhance the Expansion of Cornstarch Extrudates. *J. Food Sci.* 0. doi:10.1111/1750-3841.14290. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.14290>

Matalanis, A., and D. J. McClements. 2013. Hydrogel microspheres for encapsulation of lipophilic components: Optimization of fabrication & performance. *Food Hydrocoll.* 31:15–25. doi:10.1016/j.foodhyd.2012.09.012.

Matos-Chamorro, R. A., and E. Chambilla-Mamani. 2015. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Rev. Investig. En Cienc. Tecnol. Aliment.* 1. Available from: [http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_alimentos/article/view/362](http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/ri_alimentos/article/view/362)

Medline Plus. 2016. Índice glucémico y diabetes: MedlinePlus enciclopedia médica. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000941.htm>

Mejía Giraldo, Martínez Correa, Betancourt Gutiérrez, and Castrillón Castaño. 2007. Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. 3:41–62.

Monteiro, C. A., J.-C. Moubarac, G. Cannon, S. W. Ng, and B. Popkin. 2013. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obes. Rev.* 14:21–28. doi:10.1111/obr.12107.

Mora-Cura, Y. N., C. N. Aguilar, J. C. Contreras-Esquivel, B. Valdivia-Urdiales, and R. Rodríguez-Herrera. 2012. Fibra dietética y prebióticos: aspectos químicos y funcionales. *Rev. Científica Univ. Autónoma Coahuila.* 4. Available from: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM7/6>

Morales E., P. A., L. F. Osorio, A. Hernández, and J. Ruano. 2016. Elaboración de una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche como propuesta para niños en edad escolar. Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5774>

Morales, V., S. Santacruz, V. Morales, and S. Santacruz. 2017. Utilization of Edible Films Based on Carboxymethylcellulose and Xanthan Gum to Reduce Fat Uptake in a Deep-Fried Malanga (*Xanthosoma Sagittifolium*). *Rev. Politécnica.* 40:7–12.

Mundo, K. H. 2016. Alimentos envasados saludables, un mercado en auge. *El Econ.* Available from: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2016/03/21/alimentos-envasados-saludables-mercado-auge>

Murillo, S. 2012. El índice glucémico de los alimentos. Available from: <https://www.djmm.es/dyn/docum/varios/IndiceGlucemico.pdf>

Odegaard, A. O., W.-P. Koh, K. Arakawa, M. C. Yu, and M. A. Pereira. 2010. Soft drink and juice consumption and risk of physician-diagnosed incident type 2 diabetes: the Singapore Chinese Health Study. *Am. J. Epidemiol.* 171:701–708. doi:10.1093/aje/kwp452.

Pallares Gómez, M. Á. 2016. Oxxo, cerca de llegar a 15 mil tiendas este año. *El Univers.* Available from: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/cartera/negocios/2016/08/5/oxxo-cerca-de-llegar-15-mil-tiendas-este-ano>

Paquet, É., R. Hussain, L. Bazinet, J. Makhlouf, S. Lemieux, and S. L. Turgeon. 2014. Effect of processing treatments and storage conditions on stability of fruit juice based beverages enriched with dietary fibers alone and in mixture with xanthan gum. *LWT - Food Sci. Technol.* 55:131–138. doi:10.1016/j.lwt.2013.08.014.

Paz León, J. V. 2014. Elaboración y control de calidad de pan enriquecido con fibra de cutícula de tomate (*Solanum lycopersicum*) y espinaca (*Spinacia oleracea*) [Tesis de grado, Bioquímico Farmacéutico]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

Riobamba, Ecuador. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3733/1/56T00476%20UDCTFC.pdf>

Pentikäinen, S., L. Karhunen, L. Flander, K. Katina, A. Meynier, P. Aymard, S. Vinoy, and K. Poutanen. 2014. Enrichment of biscuits and juice with oat  $\beta$ -glucan enhances postprandial satiety. *Appetite*. 75:150–156. doi:10.1016/j.appet.2014.01.002.

Philipp Schuchardt, J., J. Wonik, U. Bindrich, M. Heinemann, H. Kohrs, I. Schneider, K. Möller, and A. Hahn. 2016. Glycemic index and microstructure analysis of a newly developed fiber enriched cookie. *Food Funct.* 7:464–474. doi:10.1039/C5FO01137J.

Poutanen, K. S., P. Dussort, A. Erkner, S. Fiszman, K. Karnik, M. Kristensen, C. F. Marsaux, S. Miquel-Kergoat, S. P. Pentikäinen, P. Putz, J. L. Slavin, R. E. Steinert, and D. J. Mela. 2017. A review of the characteristics of dietary fibers relevant to appetite and energy intake outcomes in human intervention trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 106:747–754. doi:10.3945/ajcn.117.157172.

PROCOMER. 2014. Crece mercado de alimentos funcionales. Central América Data. Available from: [http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Crece\\_mercado\\_de\\_alimentos\\_funcionales](http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Crece_mercado_de_alimentos_funcionales)

Ramírez-Navas, J. S. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. ReCiTela. Revista ReCiTela, Colombia.

Ravani, A., and J. Dinesh. 2013. Mango and it's by product utilization—a review. *Post Harvest Technol.* 1:55–67.

Reyes Sánchez, A., M. M. A. Hernández González, M. I. M. C.-A. Flores Verastegui, and F. M. C.-A. Hernandez Centeno. 2015. Extracción y cuantificación de compuestos activos presentes en la stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), mediante procesos físicos. Available from: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6709>

Ribeiro da Silva, L. M., E. A. Teixeira de Figueiredo, N. M. Pontes Silva Ricardo, I. G. Pinto Vieira, R. Wilane de Figueiredo, I. Montenegro Brasil, and C. L. Gomes. 2014. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 143:398–404.

Rivera Dommarco, J. Á., M. Hernández Ávila, C. A. Aguilar Salinas, F. Vadillo Ortega, and C. Murayama Rendón. 2013. Obesidad en México, recomendaciones para una política de Estado. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Available from: <http://www.anmm.org.mx/publicaciones/Obesidad/obesidad.pdf>

Rivera, J. A., O. Muñoz Hernández, M. Rosas Peralta, C. A. Aguilar Salinas, W. C. Willett, and B. M. Popkin. 2007. Recomendaciones para la población mexicana,

consumo de bebidas para una vida saludable. Secretaria de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública, México. Available from: <http://bvs.insp.mx/articulos/8/Consmbebidas.pdf>

Rivera, J. A., O. Muñoz-Hernández, M. Rosas-Peralta, C. A. Aguilar-Salinas, B. M. Popkin, and W. C. Willett. 2008. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Pública México*. 50:173–195.

Ruíz, E., and G. Varela-Moreiras. 2017. Adecuación de la ingesta de azúcares totales y añadidos en la dieta española a las recomendaciones: estudio ANIBES. *Nutr. Hosp.* 34. doi:<http://dx.doi.org/10.20960/nh.1571>. Available from: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112017001000010](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000010)

SAGARPA. 2016. Cuarto informe de labores 2015-2016. Available from: [http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/POT\\_2016/Informe/CuartoInformeDeLabores\\_SAGARPA.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/POT_2016/Informe/CuartoInformeDeLabores_SAGARPA.pdf)

SAGARPA. 2017a. Aumenta producción de mango mexicano 36 por ciento en tres años. [sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). Available from: [http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC\\_0001-1.aspx](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_0001-1.aspx)

SAGARPA. 2017b. Aumenta 46 por ciento exportación de mango “Hecho en México” en 2017. [sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). Available from: [http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC\\_00158\\_02.aspx](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_00158_02.aspx)

Sánchez Almaraz, R., M. Martín Fuentes, S. Palma Milla, B. López Plaza, L. M. Bermejo López, and C. Gómez Candela. 2015. Indicaciones de diferentes tipos de fibra en distintas patologías. *Nutr. Hosp.* 31. Available from: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=309238516005>

Saxena, D., S. K. Chakraborty, L. Sabikhi, and D. Singh. 2015. Process optimization for a nutritious low-calorie high-fiber whey-based ready-to-serve watermelon beverage. *J. Food Sci. Technol.* 52:960–967. doi:10.1007/s13197-013-1066-z.

SEGOB. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. D. Of. Fed. Available from: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010)

Sharma, S. K., S. Bansal, M. Mangal, A. K. Dixit, R. K. Gupta, and A. K. Mangal. 2016. Utilization of Food Processing By-products as Dietary, Functional, and Novel Fiber: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 56:1647–1661. doi:10.1080/10408398.2013.794327.

Shukla, K., and S. Srivastava. 2014. Evaluation of finger millet incorporated noodles for nutritive value and glycemic index. *J. Food Sci. Technol.* 51:527–534. doi:10.1007/s13197-011-0530-x.

Silva, F. M., C. K. Kramer, D. Almeida, J. C. T. Steemburgo, J. L. Gross, and M. J. Azevedo. 2013. Fiber intake and glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr. Rev.* 71:790–801. doi:10.1111/nure.12076.

Slavin, J. 2013. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients.* 5:1417–1435. doi:10.3390/nu5041417.

Stern, D., C. Piernas, S. Barquera, J. A. Rivera, and B. M. Popkin. 2014. Caloric beverages were major sources of energy among children and adults in Mexico, 1999-2012. *J. Nutr.* 144:949–956. doi:10.3945/jn.114.190652.

Sudha, M. L., K. Indumathi, M. S. Sumanth, S. Rajarathnam, and M. N. Shashirekha. 2015. Mango pulp fibre waste: characterization and utilization as a bakery product ingredient. *J. Food Meas. Charact.* 9:382–388. doi:10.1007/s11694-015-9246-3.

Sumaya-Martínez, M. T., L. M. Sánchez Herrera, G. Torres García, and D. García Paredes. 2012. Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Rev. Mex. Agronegocios.* XVI. Available from: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=14123097005>

Swaminathan, I., and M. Guha. 2018. Protein-rich instant rice beverage mix and its quality attributes. *J. Food Process. Preserv.* 42:e13628. doi:10.1111/jfpp.13628.

Terrones, M. 2013. Fibra y salud digestiva. *Forbes Mex.* Available from: <https://www.forbes.com.mx/fibra-y-salud-digestiva/>

Théodore, F. L., A. Bonvecchio, I. Blanco, L. Irizarry, A. Nava, and A. C. Lutzenkirchen. 2012. Significados Culturalmente Construidos para el Consumo de Bebidas Azucaradas entre Escolares de la Ciudad de México. *RevistaeSalud.com.* 8:4–2.

Torres-León, C., R. Rojas, J. C. Contreras-Esquivel, L. Serna-Cock, R. E. Belmares-Cerda, and C. N. Aguilar. 2016. Mango seed: Functional and nutritional properties - *ScienceDirect.* 55:109–117.

Toscano Velasco, M. Á. 2009. NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Available from: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5133449&fecha=01/03/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5133449&fecha=01/03/2010)

Valencia, P., and J. A. Alulema Leiva. 2015. Influencia del color en el comportamiento de consumo de bebidas. Universidad San Francisco de Quito, Quito.

Valenzuela B, A., R. Valenzuela, J. Sanhueza, and G. Morales I. 2014. Alimentos funcionales, nutraceuticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? Rev. Chil. Nutr. 41:198–204. doi:10.4067/S0717-75182014000200011.

Van Kleef, E., H. C. M. Van Trijp, and P. Luning. 2005. Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques. ScienceDirect. 16:181–201. doi:10.1016.

Vargas-Aguilar, P., and D. Hernández-Villalobos. 2013. Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. Rev. Tecnol. En Marcha. 26:37–45. doi:10.18845/tm.v26i1.1120.

Velasco Martinez, R. M. 2015. El consumo de azúcar en México y la nueva directriz de la OMS para su reducción global. Instituto Nacional de Salud Pública. Available from: <https://www.insp.mx/epppo/blog/3609-consumo-azucar-mexico-nueva-directriz-oms.html>

Vickers, Z., H. Damodhar, C. Grummer, H. Mendenhall, K. Banaszynski, R. Hartel, J. Hind, A. Joyce, A. Kaufman, and J. Robbins. 2015. Relationships Among Rheological, Sensory Texture, and Swallowing Pressure Measurements of Hydrocolloid-Thickened Fluids. Dysphagia. 30:702–713. doi:10.1007/s00455-015-9647-9.

Vidal, N. 2016. La era saludable: Alimentos funcionales, nutricosmética y nutraceuticos. Available from: <http://www.ainia.es/insights/la-era-saludable-alimentos-funcionales-nutricosmetica-y-nutraceuticos/>

Viganó, J., E. Azuara, V. R. N. Telis, C. I. Beristain, M. Jiménez, and J. Telis-Romero. 2012. Role of enthalpy and entropy in moisture sorption behavior of pineapple pulp powder produced by different drying methods. Thermochim. Acta. 528:63–71. doi:10.1016/j.tca.2011.11.011.

Vilcanqui-Pérez, F., and C. Vilchez-Perales. 2017. Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. 2. Available from: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-10/>

Vuksan, V., L. Choleva, E. Jovanovski, A. L. Jenkins, F. Au-Yeung, A. G. Dias, H. V. T. Ho, A. Zurbau, and L. Duvnjak. 2017. Comparison of flax (*Linum usitatissimum*) and Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) seeds on postprandial glycemia and satiety in healthy individuals: a randomized, controlled, crossover study. Eur. J. Clin. Nutr. 71:234–238. doi:10.1038/ejcn.2016.148.

X-Rite. 2002. Guía para entender la comunicación del color. Available from: [http://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001\\_Understand\\_Color\\_es.pdf](http://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001_Understand_Color_es.pdf)

Xu, L., G. Xu, T. Liu, Y. Chen, and H. Gong. 2013. The comparison of rheological properties of aqueous welan gum and xanthan gum solutions. *Carbohydr. Polym.* 92:516–522. doi:10.1016/j.carbpol.2012.09.082.

Zegler, J. 2018. GLOBAL FOOD & DRINK TRENDS 2018. Mintel. 44.

Zuluaga, J. D., M. Cortes-Rodríguez, and E. Rodríguez-Sandoval. 2010. Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. 25:127–135.

## 8. APÉNDICE

### 8.1 Anexo 1: Guión de discusión para focus group

Buenos días a todos, antes que nada, les agradezco por tomarse la molestia de venir. Les doy la más cordial bienvenida a las instalaciones del parque biotecnológico de la UAQ. Me presento, mi nombre es Alma Karen Burgos Araiza, de formación soy gastronoma y ahora me encuentro estudiando la maestría en diseño e innovación de productos alimenticios,

Ahora, les explicaré acerca del motivo de esta reunión. El motivo de estar aquí hoy es porque en la universidad se está desarrollando un nuevo producto que se quiere lanzar en un futuro al mercado, y por esta razón, para nosotros es muy importante saber la opinión de ustedes. El tema central de la plática será la fibra y su consumo en nuestro país.

Pero que les parece si para romper el hielo, se presentan, diciendo su nombre, edad y algún dato que quieran compartir. Bien, comencemos, ¿Cuál es tu nombre?...

Bueno, ahora que ya nos conocemos, me gustaría comenzar con una pregunta de introducción: ¿para ustedes qué es la fibra?, ¿qué entienden por fibra o qué saben de ella en general?

Perfecto, tienen mucha razón en lo que comentan, en general la fibra ayuda a mejorar la digestión, sin embargo, no es su único beneficio que se le atribuye. Así que les platicaré un poco más al respecto. Para empezar, la fibra se clasifica en dos, en soluble e insoluble, y la característica particular de esta fibra es que en realidad entra a nuestro torrente sanguíneo, pero el trabajo que lleva a cabo durante la digestión es muy importante. Por ejemplo, dentro de estos procesos, la fibra nos ayuda a prevenir la obesidad y sobrepeso, pues en general promueve que ciertos compuestos como las grasas y los azúcares no se absorban completamente, ayudando a mantener un peso saludable, además de mejorar el volumen de las

heces para que nuestra digestión sea más eficaz. Además, una de las principales consecuencias de la obesidad y sobrepeso es la diabetes, y seguramente todos aquí al menos conocen alguna persona que tenga diabetes ¿o no?, Si alguno no conoce a alguien con diabetes también sería bueno que nos lo comentara. No sé si sabían, pero dentro de las principales causas de muerte en nuestro país están justamente la diabetes y el cáncer, por eso es que es tan fácil conocer a alguien que sufra de esto. Hablando de cáncer, de cada 2 personas que mueren por cáncer, una murió por cáncer en el sistema digestivo, ya sea de estómago, intestinos, colon, etc.

Por todo esto es que es tan importante cuidar de nuestra salud y consumir más fibra. ¿sabían que el consumo recomendado de fibra al día es de 30 gr? Y, desgraciadamente, en México, tan sólo consumimos la mitad, por lo cual es importante empezar a generar más productos ricos en fibra que nos ayude a combatir el problema.

Bueno, y ya que les platicué un poco más acerca de la fibra y su consumo, ¿Me podrían decir algunas fuentes de fibra que ustedes conozcan?

Y ya que saben que es importante consumir fibra, ¿En la actualidad, regularmente consumen fibra?, ¿qué tan frecuente?

¿Sabían que en tiendas pueden encontrar productos ricos en fibra que les pueden ayudar a juntar los 30 gr al día? ¿Cómo cuáles conocen? ¿Qué marcas identifican?

Si han consumido estos productos, me gustaría saber ¿qué les parecen, en cuanto a sabor, textura, colores de empaque?

En general, ¿Les gustan o no les gustan este tipo de productos? Y ¿Qué tan seguido los consumen?

Por ejemplo, en el Oxxo, que es una tienda que podemos encontrar en todas partes, no sólo hablando de fibra, ¿qué productos son los que compran más y por qué?

Y hablando de por ejemplo bebidas, ¿qué tipo de bebidas consumen o compran?

En relación a las bebidas en polvo, como tipo Tang, Clight, u otras marcas, ¿qué opinan?, Normalmente vienen en presentaciones para preparar 4 litros, ¿Esa presentación les agrada o les gustaría que hubiera alguna otra presentación?

Bueno, ya que hablamos de fibra y lo que consumen, así como bebidas, les comento que justo el producto que se está desarrollando es una bebida rica en fibra, que se elaborará a partir de bagazo de mango.

¿Ustedes saben qué es el bagazo?

¿Qué frutas o verduras saben que tienen bagazo?

Si les pidiera que se imaginaran esta bebida, ¿cómo les gustaría que fuera?

Si pensáramos en mezclar el mango con otro sabor, ¿qué sabor recomendarían ustedes?

Para ir concluyendo, me gustaría saber, si pudieran encontrarlo en tiendas como el Oxxo, de 10 bebidas que consumen, ¿cuántas estarían dispuestos a cambiar por esta bebida rica en fibra?

¿Ustedes acostumbran a leer las etiquetas de estos productos ricos en fibra?

Bueno por si no acostumbran a hacerlo, hoy les traje un ejemplo de un brownie rico en fibra, y les voy a explicar cómo poder leer la etiqueta para saber si realmente contienen fibra y qué cantidad.

Por mi parte es todo, agradezco mucho que se hayan tomado la molestia de asistir, les comenté que cuando esté listo el desarrollo los estaremos invitando para que degusten la bebida y nos den su punto de opinión. Muchas gracias y les deseo un excelente día.

## 8.2 Anexo 2: Formato de consentimiento informado

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

#### Introducción

En el presente estudio se evaluará el nivel de preferencia de un producto elaborado a base de bagazo de mango, mediante una prueba sensorial hedónica. Este estudio va dirigido a adultos de ambos sexos en edad de 18-55 años, de la ciudad de Santiago de Querétaro, Qro. México. Es importante que si usted presenta cualquier tipo de intolerancia a los ingredientes del producto no participe en la prueba.

#### Resumen del estudio

Se darán 3 muestras de 100 mL de la bebida preparada con el bagazo de mango. Se solicitará que llenen la escala de la prueba hedónica, la cual indicará el nivel de preferencia del producto.

#### Riesgos del estudio

Dada la naturaleza del estudio, **NO EXISTE** riesgo alguno que atente contra la seguridad o salud del participante. Las muestras han sido preparadas en estricto apego a las prácticas de higiene para la preparación de alimentos marcadas en la NOM-251-SSA1-2009. La información recabada del estudio es estrictamente confidencial de acuerdo con los lineamientos estipulados por el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud (Artículos 13 y 16), Ley de Información Estadística y Geográfica (Artículos 38 y 42) y los del comité de bioética de la UAQ.

#### Beneficios del estudio

1. La información que se reúna será utilizada para fines del conocimiento del nivel de preferencia del estudio.
2. Agradecemos de antemano su autorización y consentimiento. Se le proporcionará una copia del presente documento para posibles futuras aclaraciones.

Al firmar este documento acepto participar en la prueba.

Firma del participante \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Dra. Marcela Gaytán Martínez  
Investigador Responsable

\_\_\_\_\_  
Lic. G. Alma Karen Burgos Araiza  
Estudiante Responsable

## 8.3 Anexo 3: Formato de evaluación sensorial, etapa 1

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES

Frente a usted se encuentran dos muestras distintas marcadas con los números **5370** y **6785**. Por favor conteste a las siguientes preguntas y marque con una "X" su respuesta:

**NOTA:** Antes de evaluar cada muestra agite ambas muestras con la cuchara por favor.

1. ¿Qué tanto le agrada el **color** de cada muestra?

Calificación	# Muestra	
	5370	6785
Me disgusta extremadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta levemente		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta levemente		
Me gusta moderadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta extremadamente		

2. ¿Qué tanto le agrada el **sabor dulce** de cada muestra?

Calificación	# Muestra	
	5370	6785
Me disgusta extremadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta levemente		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta levemente		
Me gusta moderadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta extremadamente		

3. ¿Qué tanto le agrada el **sabor a mango** de cada muestra?

Calificación	# Muestra	
	5370	6785
Me disgusta extremadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta levemente		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta levemente		
Me gusta moderadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta extremadamente		

4. ¿Qué tanto le agrada la **viscosidad** de la muestra en su boca?

Calificación	# Muestra	
	5370	6785
Me disgusta extremadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta levemente		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta levemente		
Me gusta moderadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta extremadamente		

5. Si percibe usted alguna **consistencia (terrosa)** al beber las muestras, ¿qué tanto le agrada esta sensación?

Calificación	# Muestra	
	5370	6785
Me disgusta extremadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta levemente		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta levemente		
Me gusta moderadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta extremadamente		

6. **Agrado general**, ¿qué tanto le agrada cada muestra, tomando en cuenta las características antes evaluadas?

Calificación	# Muestra	
	5370	6785
Me disgusta extremadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta levemente		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta levemente		
Me gusta moderadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta extremadamente		

COMENTARIOS O SUGERENCIAS:

---

¡MUCHAS GRACIAS por su valiosa participación!



## 8.4 Anexo 4: Guión de discusión del Focus Group de Validación

### **INTRODUCCIÓN:**

Buenos días a todos, bienvenidos y muchas gracias por aceptar participar en este Focus Group. Me presento, soy la Lic. Alma Karen Burgos Araiza, de formación soy gastronoma y ahora me encuentro estudiando la maestría en diseño e innovación de productos alimenticios.

El objetivo de esta reunión es darles a conocer uno de los productos que se han desarrollado en la maestría; mostrárselos, darles una pequeña introducción, interactuar con él, y obtener una retroalimentación de ello. Para lo cual, comenzaré por darles una pequeña introducción.

¿Ustedes saben lo que es el bagazo?, ¿conocen el bagazo de mango?, pues bien. El bagazo de mango es un sub-producto que se obtiene del despulpado del mango en la agro-industria. Se han llevado a cabo algunos estudios de análisis del bagazo de mango, donde se ha encontrado que es buena fuente de compuestos fenólicos antioxidantes y fibra. Además, observando las tendencias en el mercado global y local, se decidió desarrollar un concentrado en polvo para preparar bebidas sabor mango, a partir del bagazo del fruto.

### **DESARROLLO:**

Para romper el hielo, les pido tomar los plumones que se encuentran al centro de la mesa y escribir su nombre en el papel que se encuentra frente a ustedes. Perfecto, ahora sí, primeramente, me gustaría si me pudieran apoyar contestando el siguiente cuestionario (**Anexo 5**), pues nos gustaría saber, lo que esperarían de un producto con las características que les he mencionado y saber aquellas experiencias que han tenido con productos similares. En cuanto vayan terminando, me pasan los cuestionarios para pasar a la siguiente etapa de la reunión, por favor. Muchas gracias.

Ha llegado entonces el momento de mostrarles el producto que se desarrolló, (saco el producto y lo pongo en la mesa), este sobre que les muestro es su presentación final. La porción, es de 21 g, la cual sirve para preparar 500 mL de bebida alta en fibra, con 9 g de fibra.

A manera de degustación, les voy a pasar una muestra de los sobres con producto, para que puedan preparar su propia bebida. Además, el sobre real se los voy a pasar para que lo puedan ver bien y así nos puedan decir lo qué opinan de la presentación en general.

Por otro lado, les voy a pasar otro cuestionario (**Anexo 6**) para si me pudieran apoyar contestando las preguntas de acuerdo a su experiencia con el producto. Para esta actividad destinaremos 30 minutos.

Ahora sí, adelante, prueben la bebida y cualquier duda aquí estoy para resolvérselas.

### **CONCLUSIÓN:**

¿Alguien tiene alguna duda? (Responder dudas).

Ahora que ya interactuaron con el producto, que ya lo probaron y contestaron el cuestionario, en general, ¿qué les pareció el producto?, ¿qué mejoras le harían?

Pues por nuestra parte es todo, les agradecemos mucho su atención y su participación, les deseamos que tengan un excelente día. Muchas gracias

## 8.5 Anexo 5: Cuestionario previo sobre el consumo de bebidas altas en fibra

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años Sexo: \_\_ F \_\_ M

Ocupación: \_\_\_\_\_

### **PREGUNTAS**

1. ¿Alguna vez has consumido alguna bebida en polvo alta en fibra? \_\_\_\_\_ ¿cuál? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ¿qué te pareció esa bebida? \_\_\_\_\_
2. Si pudieras, ¿qué sugerencias les harías a los desarrolladores de ese tipo de bebidas (altas en fibra)? \_\_\_\_\_
3. De todos los productos altos en fibra en el mercado, ya sea bebidas, cereales, snacks, galletas, etc. ¿tienes alguno preferido? \_\_\_\_\_ ¿cuál? \_\_\_\_\_ ¿cuál es su contenido de fibra? \_\_\_\_\_
4. ¿Conoces algún otro concentrado en polvo RICO EN FIBRA? (Menciónalo) \_\_\_\_\_
5. ¿Has consumido este concentrado? ¿Qué tal te parece? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. ¿Has probado el Metamucill? ¿qué opinas de ese producto? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. ¿Qué ventajas percibes de nuestro producto desarrollado en general, frente a lo ya existente en el mercado? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 8.6 Anexo 6: Cuestionario de validación del producto

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años Sexo: \_\_ F \_\_ M

Ocupación: \_\_\_\_\_

### **PREGUNTAS PERSONALES**

1. ¿Eres de l@s que les gusta probar nuevas experiencias? \_\_\_\_\_ ¿Cómo cuáles? \_\_\_\_\_
2. ¿Eres de l@s que les gusta probar productos alimenticios nuevos? es decir, ¿de los que gustan de comprar nuevos productos que salen al mercado para probarlos? \_\_\_\_\_
3. Que probabilidad existe de que, si te gusta ese producto nuevo, ¿vuelvas a comprarlo? \_\_\_\_\_
4. ¿Con qué tipo de productos te ha sucedido esto? (puedes decir la marca y donde lo compras)  
\_\_\_\_\_
5. Normalmente, ¿en qué tipo de tiendas compras tus productos de consumo diario? (el supermercado, el oxxo, la tiendita de la escuela, etc.) \_\_\_\_\_
6. ¿Te preocupa tu salud? \_\_\_\_\_ ¿Qué haces para cuidar tu salud?  
\_\_\_\_\_
7. ¿Qué temas sobre la salud te interesan?
  - Ser fitness
  - Tener un buen cuerpo
  - Comer saludable
  - Comer cosas que te hagan sentir satisfech@ o saciad@
  - La salud digestiva
  - Productos sin o bajos en grasa
  - Los antioxidantes
  - Que sea saludable pero práctico
  - Las vitaminas y minerales
8. Selecciona aquel o aquellos padecimientos que tengas o que te hayan detectado:
  - Diabetes
  - Pre-diabetes
  - Obesidad o sobrepeso
  - Colesterol alto
  - Estreñimiento
  - Celiac@ (intolerancia al GLUTEN)
  - Intolerante a lactosa
9. ¿Consumes regularmente productos para la salud digestiva? ¿cómo cuáles? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. Por lo regular, ¿consumes productos ALTOS EN FIBRA? ¿Cuántas veces a la semana? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **PREGUNTAS RELACIONADAS AL PRODUCTO**

1. Visualmente, ¿Qué experiencia tienes de la etiqueta y empaquetado en general del producto? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Qué te parece la marca, qué opinas de ella? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿Qué te recuerdan los colores y tipografías, consideras que son adecuados y llamativos? ¿por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. ¿Consideras que la porción es adecuada? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_
5. ¿Consideras que el producto es práctico? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. ¿Es fácil de preparar? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. En una escala del 0 al 9, donde 0 es nada y 9 es Muy agradable, ¿Qué tan agradable es la bebida en general? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_
8. En una escala del 0 al 9 donde 0 es nada y 9 es muy aceptable ¿Qué tan aceptable es el sabor? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_
9. En una escala del 0 al 9 donde 0 es nada y 9 es muy agradable ¿Qué te parece la consistencia? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_
10. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el producto?
  - a) 10.00
  - b) 15.00
  - c) 20.00
11. ¿Qué puedes sugerir para mejorar el producto en GENERAL (respecto a marca, etiqueta, porción, forma de preparación, agrado general, costo)? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
12. Si fueras a comprar el producto en el supermercado, ¿en qué zona o cerca de qué productos consideras que sería adecuado encontrarlo? \_\_\_\_\_
13. Conociendo las ventajas para la salud que tiene nuestro producto, ¿lo comprarías regularmente? \_\_\_\_\_ ¿con qué frecuencia? \_\_\_\_\_

**!!!Muchas gracias por tu valiosa participación!!! ☺**

