



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN**

**USO DE EXTRACTOS DE PLANTAS
MEDICINALES, FLORES Y FRUTAS PARA LA
ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ANTIOXIDANTE
BAJA EN CALORÍAS**

T E S I S

para obtener el título de Licenciado en Nutrición

P R E S E N T A

P. L. N. Miguel Maximiliano
García Martínez

Bajo la Dirección de:
Dra. Elizabeth Contreras López
Dra. Judith Jaimez Ordaz



Pachuca de Soto, Hidalgo

septiembre, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN



De acuerdo con el artículo 40 del Reglamento de Titulación vigente, el jurado de examen recepcional designado, autoriza para su impresión la Tesis titulada

"Uso de extractos de plantas medicinales, flores y frutas para la elaboración de una bebida antioxidante baja en calorías"

Que para obtener el Título de Licenciado de Nutrición sustenta el Pasante

C. Miguel Maximiliano García Martínez

ATENTAMENTE
Pachuca de Soto, Hidalgo, 29 de agosto
de 2019 "Amor, Orden y Progreso"

PRESIDENTE:	DRA. NELLY DEL SOCORRO CRUZ CANSINO
SECRETARIO:	DRA. ESTHER RAMÍREZ MORENO
PRIMER VOCAL:	DRA. JUDITH JAIMEZ ORDAZ
SEGUNDO VOCAL:	DRA. ARACELI CASTAÑEDA OVANDO
TERCER VOCAL:	DRA. ELIZABETH CONTRERAS LÓPEZ
PRIMER SUPLENTE:	DRA. ARACELI ORTIZ POLO
SEGUNDO SUPLENTE:	DR. ERNESTO ALANÍS GARCÍA



ESTA INVESTIGACIÓN SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE ALIMENTOS II DEL ÁREA ACADÉMICA DE QUÍMICA, EN EL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGIENERÍAS

Dedicatorias

El proceso de transformación del ser humano lleva consigo el aprendizaje de uno mismo. Gracias a las personas que logran la evolución del ser es como se llega a ese aprendizaje, creo con absoluta veracidad que estas personas llegan, se mantienen y se van de tu camino para moldearlo.

Para ti madre, que eres tú en quien pienso con cada meta y sueño que me propongo.

“La vida te advierte; primero susurra, después habla, si no es atendida grita, si resistes golpea, si eres necio te sacude y si no queda otra forma te mata, pero de que te enseña, te enseña. Vale más tener la sensibilidad de percibir el susurro.”

Anónimo

Agradecimientos

Las oportunidades no siempre se les han de otorgar a todos y no todos corremos con la misma suerte de llegar a sitios y con personas que nos brindarán el espacio y el tiempo para lograr desarrollarnos. Mi **alma máter**, por permitirme cumplir un objetivo académico, moral y personal; siendo una de las casas de estudios con mayor reconocimiento en el país y a nivel internacional. Del mismo modo, a las áreas académicas de **Nutrición** y **Química** que con sus bases lograron formar un estudiante con las firmes promesas de crecer y aportar a la ciencia.

Dra. Elizabeth, el momento en el que pisé el laboratorio hace más de cuatro años pensé que ese debía ser el sitio en el que podría desarrollar nuevas habilidades y que esa inquietud pudiese saciar al aceptarme como pasante, es algo que estaré siempre agradecido. Gracias por los conocimientos, el espacio, tiempo y momentos que hemos podido compartir. Por estar en este último empujón hacia el profesionalismo.

Dr. Juan, admirado profesor y entrañable amigo. No hay manera de agradecer el reconocimiento que me has brindado y sobre todo por creer en mí desde el comienzo, por los estímulos, los regaños y los alientos para conseguir todo lo que en ocasiones pensé que no lograría. Siempre podré expresar sin titubeos la gran admiración que tengo en todo lo que comprende un ser humano. No hay mejor expectativa o modelo a seguir que una de las personas que compartieron esta etapa universitaria. Gracias, amigo.

Dra. Judith, agradezco el apoyo que me brindó a lo largo de la elaboración de este proyecto, sus consejos y guía. Siempre es un gusto encontrarse con personas que se pueden enriquecerte en una etapa tan importante.

A los académicos del **Área Académica de Nutrición**, aquellas mentes cuya meta fue aportar conocimiento y formación para sus alumnos, que con su calidez y humanidad no sólo nos enseñaron aspectos académicos sino el ser una mejor persona. De igual manera a los doctores y alumnos del **Área Académica de Química**, que me recibieron y ofrecieron el ambiente necesario para culminar mi último periodo universitario.

A mis amigos

Fey, mi compañera de vida y el ejemplo de complicidad. Gracias por haber aprendido a conservar la calma y conciliar el sueño ante mis desvelos y horas de trabajo nocturnas. Por escucharme, compartir cenas, alegrías y colapsos; y lo más importante por ser esa hermana que siempre necesité.

Al **Laboratorio de FQ 2**, por ganarme su afecto, por alegrar mis horas, compartir el ocio y el estrés, por darme consejos, su ayuda y principalmente... su amistad. **Tania**, no hay mejor ejemplo de lo anterior que tú, gracias por tratarme como tu amigo cuando aprendía de ti y por dejarme ser tu amigo cuando lo necesitaste, desde los primeros días de la universidad, hasta ahora.

Si bien sabemos que las mujeres en la vida de un hombre marcan una gran diferencia en quién es y quién será, en esta etapa universitaria muchas de ellas son responsables de lo que soy. **Ori, Pau, Zul** las que me mantienen los pies en la tierra y al mismo tiempo me empujan a soñar y a creer, que no permiten derrumbarme.

Kenia, Mer y Yas, aquellas que pueden volver a sacar una sonrisa, que entienden y me hacen ver lo bueno de cada situación o lo peor que pudo ser, ja. Gracias por esos momentos de libertad y respiros que necesitaba, llamadas, mensajes y videos que lograban recargarme de energía.

A veces los días están llenos a montones de sonrisas y estruendosas carcajadas, gracias **Ale, Ami, Karla y Martha** por hacerme entender que a veces la vida es tan simple y con eso eres feliz.

Ani, Mariana y Michel, gracias a ustedes puedo asegurar que la distancia es solo una palabra y no un obstáculo para una amistad verdadera, son aquellas personas de las que aprendo cada día, admiro y quiero mantener en mi vida. Gracias por no soltarme nunca.

Índice

1. Resumen	1
1.1 Abstract.....	2
2. Introducción	3
3. Marco teórico	4
3.1 Bebidas. Definición y clasificación	4
3.2 Producción y consumo de bebidas	5
3.3 Problemas nutricionales asociados al consumo de bebidas azucaradas en México.....	6
3.3.1 Sobrepeso y obesidad asociado al consumo de bebidas azucaradas	8
3.4 Tendencias en el desarrollo de alternativas de bebidas saludables	9
3.4.1 Beneficios en el consumo de antioxidantes en la salud humana.....	11
3.4.2 Ingredientes naturales en el desarrollo de bebidas antioxidantes	12
3.4.3 Actividad antioxidante de plantas, flores y frutas	14
4. Problema de investigación.....	20
5. Justificación	21
6. Objetivos.....	22
6.1 General	22
6.2 Específicos.....	22
7. Hipótesis	22
8. Metodología.....	23
8.1 Muestras	24
8.1.1 Acondicionamiento de las muestras	24
8.2 Desarrollo de formulaciones.....	24
8.3 Evaluación de la calidad microbiológica.....	25
8.4 Caracterización fisicoquímica de las bebidas propuestas	25
8.4.1 Determinación de color	25
8.4.2 Evaluación de composición química.....	26
8.4.3 Determinación de sodio	26
8.4.4 Evaluación de acidez titulable y pH	26
8.4.5 Determinación de sólidos solubles totales.....	26
8.5 Evaluación de la actividad antioxidante.....	27
8.5.1 Determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.....	27

8.5.2	Método del radical DPPH•	27
8.5.3	Determinación del Poder Antioxidante Reductor de Hierro (FRAP).....	28
8.6	Pruebas afectivas de las bebidas propuestas	28
8.7	Análisis estadístico.....	29
9.	Resultados y discusión	31
9.1	Formulaciones finales	31
9.2	Calidad microbiológica de las bebidas	31
9.3	Caracterización fisicoquímica de las bebidas.....	32
9.3.1	Determinación de color	32
9.3.2	Caracterización química de las bebidas desarrolladas.....	32
9.4	Evaluación de la capacidad antioxidante	35
9.5	Pruebas afectivas de las bebidas desarrolladas	37
9.5.1	Población.....	37
9.5.2	Preferencia, nivel de agrado e intención de compra de las bebidas desarrolladas por parte de la población general	38
	Prueba de nivel de agrado.....	39
	Intención de compra	41
9.5.3	Preferencia, nivel de agrado e intención de compra de las bebidas desarrolladas por institutos	42
9.5.4	Preferencia, nivel de agrado e intención de compra de las bebidas desarrolladas por población sin sobrepeso u obesidad (Sin SOb) y con sobrepeso u obesidad (SOB)	44
9.6	Análisis de componentes principales del estudio	45
9.6.1	Interpretación de componentes	45
10.	Conclusiones	51
11.	Referencias	52
12.	Anexos	65

Abreviaturas

*AA	<i>Actividad antioxidante</i>
*ACP	<i>Análisis de componentes principales</i>
*BNA	<i>Bebidas no alcohólicas</i>
*BSNA	<i>Bebidas saborizadas no alcohólicas</i>
*DPPH	<i>2,2-difenil-1-picrilhidrazilo</i>
*EAG	<i>Equivalentes de ácido gálico</i>
*FADH	<i>Flavín adenín dinucleótido</i>
*FRAP	<i>Poder antioxidante reductor de hierro</i>
*NADPH	<i>Nicotinamida adenina dinucleótido</i>

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de bebidas	4
Tabla 2. Tipos de bebidas de salud y bienestar	10
Tabla 3. Clasificación de plantas medicinales	13
Tabla 4. Clasificación de antioxidantes exógenos y endógenos	15
Tabla 5. Antioxidantes y sus propiedades demostradas de plantas conocidas.....	16
Tabla 6. Actividad antioxidante de las principales frutas empleadas en la industria de bebidas en México	18
Tabla 7. Actividad antioxidante de algunas plantas, flores y frutas disponibles en el estado de Hidalgo	19
Tabla 8. Desarrollo de formulaciones.....	25
Tabla 9. Formulaciones de las bebidas finales seleccionadas (g/240 mL).....	31
Tabla 10. Valores de color de las bebidas desarrolladas	33
Tabla 11. Caracterización química de las bebidas desarrolladas.....	34
Tabla 12. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante	35
Tabla 13. Resultados de la preferencia, nivel de agrado e intención de compra por instituto	42
Tabla 14. Resultados de la preferencia, nivel de agrado e intención de compra por diagnóstico de IMC.....	44
Tabla 15. Análisis de componentes principales.....	45
Tabla 16. Peso de los componentes	47
Tabla 17. Matriz de componentes rotados	48
Tabla 18. Condiciones de trabajo para el análisis microbiológico	65
Tabla 19. Análisis descriptivo de la población	69
Tabla 20. Análisis de varianza entre muestras, población general.....	69
Tabla 21. Análisis de varianza entre muestras, por instituto	70
Tabla 22. Análisis de varianza entre muestras, por diagnóstico de IMC	71



RESUMEN

1

1. Resumen

El exceso en el consumo de bebidas no alcohólicas ha sido asociado a la ganancia de peso y a la aparición de enfermedades no transmisibles. Debido a esto, en los últimos años el mercado de bebidas ha sufrido una diversificación hacia bebidas con propiedades antioxidantes. Por lo que, el objetivo de este trabajo fue desarrollar una bebida baja en calorías y con capacidad antioxidante, a través del uso de extractos acuosos de plantas medicinales, flores y frutas para ofrecer una alternativa de consumo a personas con sobrepeso y obesidad. Se desarrollaron cuatro formulaciones a partir de plantas medicinales (cedrón y toronjil), flores (bugambilia y manzanilla) y frutas (guayaba, fresa, piña, cáscara de mandarina y naranja) deshidratadas, empleando un método de extracción convencional sólido-líquido (90°C durante 5 min) seguido de un choque térmico en baño de hielo. El análisis proximal se realizó utilizando los métodos oficiales de la AOAC (2005). También se determinaron la acidez titulable, °Bx, el pH, sodio y los parámetros de color (L^* , a^* , b^*). La actividad antioxidante de las bebidas se evaluó mediante los métodos de contenido de fenoles totales, del radical DPPH, y la prueba de FRAP. Así mismo, se llevó a cabo una evaluación sensorial mediante las pruebas de preferencia por ordenamiento, nivel de agrado e intención de compra. La población de estudio estuvo conformada por 400 adultos divididos en dos grupos (con y sin sobrepeso u obesidad). Se desarrollaron bebidas bajas en calorías (≤ 40 kcal/porción), muy bajas en sodio (< 30 mg/porción) y ricas en antioxidantes (>1.6 g EAG/porción); y atractivas en el color atribuido a la bugambilia. De acuerdo con las pruebas afectivas, la influencia del sobrepeso y obesidad no fue significativa para el agrado de estas.

Palabras clave: bebidas, actividad antioxidante, plantas medicinales, sobrepeso, obesidad, evaluación sensorial.

1.1 Abstract

Excess consumption of non-alcoholic beverages has been associated with weight gain and the appearance of non-communicable diseases. Due to this, in recent years the beverage market has undergone diversification towards drinks with antioxidant properties. Therefore, the objective of this work was to develop a low-calorie drink with antioxidant capacity, through the use of aqueous extracts of medicinal plants, flowers and fruits to offer an alternative of consumption to people with overweight and obesity. Four formulations were developed from medicinal plants (cedron and melissa), flowers (bugambilia and chamomile) and fruits (guava, strawberry, pineapple, tangerine and orange peel) dehydrated, using a conventional solid-liquid extraction method (90°C for 5 min) followed by a thermal shock in an ice bath. The proximal analysis was performed using the official methods of the AOAC (2005). Titratable acidity, °Bx, pH, sodium and color parameters (L^* , a^* , b^*) were also determined. The antioxidant activity of the beverages was evaluated by total phenolic content method, DPPH radical method, and the FRAP test. Likewise, a sensory evaluation was carried out through tests of preference for ordering, scaling and intention to purchase. The study population consisted of 400 adults divided into two groups (with and without overweight or obesity). Low calorie drinks (≤ 40 kcal/per serving), very low sodium (<30 mg/per serving) and rich in antioxidants (> 1.6 g EAG/per serving) were developed; and attractive color attributed to bugambilia. According to the affective tests, the influence of overweight and obesity was not significant to their liking.

Keywords: beverages, antioxidant activity, medicinal plants, overweight, obesity, sensory testing.



INTRODUCCIÓN

2

2. Introducción

En los últimos años la producción de bebidas no alcohólicas ha registrado un incremento en la demanda de bebidas gaseosas, agua embotellada, refrescos y bebidas hidratantes. Algunos de los factores que han contribuido en la demanda de este tipo de productos son el clima, el estilo de vida principalmente en las grandes ciudades y el factor económico. Sin embargo, esto ha dado como resultado un detrimento en la salud de la población.

En efecto, el elevado consumo de bebidas calóricas entre los mexicanos se ha convertido en un tema de interés público; esto debido a que se asocia a la presencia de enfermedades crónicas no transmisibles, así como a obesidad y sobrepeso en la población adulta e infantil. Como resultado de esto, ha surgido una tendencia en la demanda hacia los productos saludables. Por lo que actualmente un sector de la población ha optado por consumir productos más naturales y con menor contenido de azúcar como aguas envasadas y gaseosas endulzadas con sustitutos de azúcar.

En este sentido, los consumidores demandan bebidas que les otorguen un beneficio a la salud. Actualmente hay un mercado que ofrece los llamados alimentos funcionales, ejemplo de ello son las bebidas con actividad antioxidante. Diversas investigaciones han mostrado a los antioxidantes como potenciadores de la salud; de ahí la importancia del consumo de alimentos con un alto contenido de sustancias antioxidantes como las frutas, vegetales y diversas plantas.

Es por ello que en este trabajo se pretende desarrollar una bebida baja en calorías con actividad antioxidante a partir de extractos acuosos de plantas medicinales, flores y frutos, como una alternativa viable de consumo, principalmente entre la población que padece de sobrepeso u obesidad.



MARCO TEÓRICO

3

3. Marco teórico

3.1 Bebidas. Definición y clasificación

La definición de bebida ha variado a través del tiempo. Actualmente, la RAE establece que una bebida es “*cualquier líquido que se bebe*”. Aun así, ninguna de estas definiciones tiene suficiente precisión para permitir comprender los límites que hacen que un líquido tenga consideración de bebida (RAE, 2018).

Aunque la bebida por excelencia es el agua, el término se refiere de modo general a las bebidas alcohólicas y demás. Sin embargo, las infusiones también son un ejemplo de uso masivo de bebidas. Siendo el principal objeto de las bebidas calmar la sed.

Tabla 1. Tipos de bebidas

Tipos	Descripción	Ejemplos (México)
Aguas	<ul style="list-style-type: none">• <i>Minerales</i>: agua obtenida de manantial y envasada; se caracteriza por la presencia de determinadas sales minerales, oligoelementos u otros componentes• <i>Saborizadas con y sin azúcar</i>: bebida elaborada con agua mineral adicionada de sustancias aromatizantes naturales de uso permitido con o sin azúcares añadidos	Agua mineral Peñafiel Vitamin Water Glaceau
Bebidas energizantes	Bebidas con carbohidratos generalmente provenientes de azúcares, cafeína y otros ingredientes	RedBull Monster Energy
Bebidas para deportistas	Bebidas saborizadas no alcohólicas que son elaboradas por la disolución de sales minerales, azúcares (6-8% de azúcares) o edulcorantes u otros ingredientes con el fin de reponer el agua, energía y electrolitos perdidos (sodio, potasio, calcio, magnesio y cloro) por el cuerpo humano durante el ejercicio. Bebida isotónica, debido a que presenta misma osmolaridad de la sangre.	Powerade Gatorade
Bebidas de frutas	Producto no fermentado obtenido a partir de frutas frescas sanas, de madurez apropiada de una o varias especies, que posea el color, el aroma y el sabor característicos de la fruta que procede. Puede ser jugo de fruta, néctar (debe de tener al menos 25% de pulpa de fruta), concentrados y pulpas de fruta (al menos 50% de pulpa de fruta)	Boing Único Fresco (Jumex)
Refrescos	Bebida preparada con agua potable y cuyos ingredientes son productos autorizados por la legislación, adicionada o no con anhídrido carbónico, con edulcorantes energéticos o no energéticos	Coca-cola Pepsi
Té helado endulzado, Infusiones y Café	Bebida lista para beber elaborada a partir de una o varias de las siguientes sustancias: extractos de fruta; frutas, semillas, tubérculos, agentes aromáticos y esencias naturales. Incluye productos a base de hierbas, bebidas en polvo y bebidas con jugo de frutas (diluidos o no). Con edulcorantes energéticos o no	Fuze tea Arizona

Fuente: Krieger, (2015); Tiscornia, *et al.* (2017)

En México, La ley General de Salud, en el art. 215, define bebida no alcohólica (BNA) como “cualquier líquido, natural o transformado, que proporcione al organismo elementos para su nutrición”. Así mismo, la Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011 incluye definiciones para distintos tipos de bebidas tales como: no alcohólicas con modificaciones en su composición, para deportistas, saborizadas no alcohólicas y bebidas adicionadas con cafeína. Estas bebidas coinciden con la clasificación de bebidas saborizadas no alcohólicas (Tabla 1) descritas en la literatura por diversas fuentes (Krieger, 2015; Tiscornia, *et al.*, 2017).

3.2 Producción y consumo de bebidas

El consumo de bebidas saborizadas no alcohólicas (BSNA) en los países en vías de desarrollo ha ido incrementando, cuatro de los seis países con mayor venta de BSNA *per cápita* pertenecen a Latinoamérica. Chile en primera posición, México, Argentina y Perú; a los que les siguen E.U.A. y Arabia Saudita (Popkin & Hawkes, 2016).

En México, en el sector de alimentos, bebidas y tabaco, la industria de las bebidas no alcohólicas representa el 12.25% de la producción y el 2.39% de la producción de la industria manufacturera en el país. Los bienes que destacan de esta industria son: refrescos, jugos, agua embotellada purificada y mineral, concentrados en polvo y bebidas energéticas; siendo los tres primeros los alimentos que influyen mayormente al mercado nacional. En un análisis realizado por Chapa *et al.* (2015) se calcula que la industria de las BNA aporta 1.07% del PIB (Producto interno bruto); ambos datos refieren así que esta industria tiene un peso importante en la economía nacional.

El rubro alimentos y las bebidas no alcohólicas es el más importante dentro del gasto de los hogares mexicanos. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), en el 2016, se destinó 34.1% del gasto a alimentos y bebidas no alcohólicas, siendo el 2.44% se utilizado para la compra de bebidas. En este mismo año, el consumo anual nacional de BNA alcanzó la cifra de 45.3 billones de litros y se espera que alcance los 52 billones en el 2021 (Statista, 2017).

El crecimiento de la industria de las BNA en México ha sido un tema de interés público de salud, debido a que el mayor consumo se concentra en un rango de edad entre 12 y 39 años y es particularmente alto en aquellos entre 19 y 29 años (Colchero *et al.*, 2015). Dentro de un periodo de 1999 a 2012 se observó el incremento en la ingesta diaria energética proveniente de bebidas encontrando por grupo etario +45.3 kcal (5-11 años), +57.3 kcal (12-19 años), y +96.4 (20-49 años). Finalizando con un consumo de energía per cápita de 325 kcal y 382 kcal para niños de 1-19 años y adultos >20 años, respectivamente (Stern *et al.*, 2014).

En México, la Jarra del Buen Beber se ha convertido en una guía de consumo para la población, recomendando el beber de 6-8 vasos de agua simple y nada de refrescos o bebidas gaseosas. Otros líquidos que cubre son el consumo de no más de 2 vasos al día de leche semidescremada a partir de los 2 años de edad; con la misma recomendación para bebidas no calóricas. Consumir máximo 4 tazas (240 mL por taza) de té/café sin azúcar y no más de medio vaso de jugo de frutas natural. Leche entera, bebidas deportivas o alcohólicas (ISSSTE, 2019).

A pesar de tener una guía de referencia, el rubro mercadológico, el fácil acceso a bebidas azucaradas, la introducción temprana de estas a la dieta, y la escasa alfabetización en nutrición son otros factores que favorecen el incremento en el consumo de calorías líquidas. En los adultos la elevada ingesta de BNA puede hacerlos susceptibles de padecer enfermedades crónico-degenerativas asociadas al elevado consumo de bebidas azucaradas (Cabrera *et al.*, 2013; Stern *et al.*, 2014).

3.3 Problemas nutricionales asociados al consumo de bebidas azucaradas en México

Un consumo elevado de calorías líquidas, y algunos componentes de las bebidas como lo son azúcares, macroelementos y aditivos han sido relacionados con problemas de salud como son ganancia de peso a largo plazo, diabetes tipo 2, riesgo cardiovascular, procesos inflamatorios, resistencia a la insulina, incremento de la presión sanguínea, acumulación de adiposidad visceral, dislipidemia, alteraciones hepáticas y cálculos renales por mencionar algunos (Malik *et al.*, 2010a; Nakhimovsky *et al.*, 2016).

En las últimas décadas, se ha incrementado el consumo de azúcar proveniente de alimentos procesados, particularmente bebidas (refrescos y jugos). En 2015, la OMS (Organización Mundial de la Salud) propuso la recomendación de la disminución de ingesta de azúcar añadido a no más del 10% de la ingesta energética total (Popkin & Hawkes, 2016). Ante esta problemática y debido a la alta demanda, y consumo de BNA y BSNA, México las ha implementado la aplicación de un impuesto especial a alimentos con un contenido calórico superior a 275 kcal por cada 100 g/mL; aún sin un decremento significativo en el consumo y no han mostrado un impacto en la disminución de la ingesta energética suficiente para la reducción permanente en el peso de la población, una principal problemática de salud que se le relaciona a estos alimentos (Cabrera *et al.*, 2013; Nakhimovsky *et al.*, 2016). En la figura 1 se simplifica el mecanismo de asociación bebidas azucaradas-patologías metabólicas.



Figura 1. Mecanismo biológico potencial de asociación patológica mediante el elevado consumo de bebidas azucaradas.

Fuente: Malik *et al.*, 2010a.

En diversos trabajos se ha observado que el aporte energético de las bebidas de toda clase incrementa cerca del 95% o más kcal a la ingesta energética diaria (Popkin & Hawkes, 2016). En algunos otros estudios se han identificado los posibles mecanismos biológicos que explican este tipo de compensación para la ingesta energética de bebidas con una reducción en el consumo de otros alimentos.

Otro de los factores asociados de las BSNA es la gran cantidad de carbohidratos de absorción rápida aunado a las elevadas cantidades consumidas de las mismas, por lo que contribuyen a una alta carga glicémica provocando inflamación (por exacerbación de niveles de biomarcadores inflamatorios como proteína C reactiva asociada a riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares), resistencia a la insulina y daño a la función de células beta, ocasionado por una rápida y dramática elevación de glucosa e insulina séricas (Malik *et al.*, 2010a).

3.3.1 Sobrepeso y obesidad asociado al consumo de bebidas azucaradas

En México, el consumo *per cápita* de BNA es uno de los más elevados a nivel mundial, así como las altas prevalencias de sobrepeso, obesidad y diabetes tipo 2 con las que se relaciona, especialmente las bebidas azucaradas. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC), reporta que la en adultos >19 años, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad es de 72.5%. En la misma encuesta, el 85.3% refiere consumir regularmente bebidas azucaradas no lácteas, el 81.6% de la población adulta gusta del sabor de las bebidas azucaradas, sin embargo, la mayoría (92.3%) no las consideran saludables.

A pesar de los esfuerzos por disminuir los problemas de la ganancia de peso, en 2015 después del implemento a impuesto de 1.3 pesos por litro en bebidas azucaradas, solo logró reducir el %1.1 de la venta *per cápita* (Colchero *et al.*, 2016). Con respecto a la obesidad, aunque se considera como una enfermedad multifactorial, hay fuertes evidencias de que el consumo de BSNA es un factor de riesgo para padecerla, esto debido en parte a que el consumo de azúcar en bebidas no produce saciedad suficiente como el azúcar en su forma sólida, lo que conlleva a una sobreingesta (Colchero *et al.*, 2015).

Desde hace mucho tiempo se especula la gran contribución del consumo de las BNA en la epidemiología de la obesidad a través de la relación de estas con la ganancia de peso a largo plazo, diabetes tipo 2 (DT2) y enfermedades cardiovasculares (ECV). Esto es debido al contenido de azúcar añadida, con la compensación energética por la menor o incompleta saciedad llevando a una elevada ingesta postprandial; ensayos

clínicos a corto plazo han demostrado una mayor ingesta energética y ganancia de peso respecto al consumo de BSNA calóricas en comparación con BSNA no calóricas (Malik *et al.*, 2010b).

Limitar el consumo de BSNA puede contribuir benéficamente en el riesgo de DT2 y ECV como mejora del perfil lipídico y sensibilidad a la insulina y reducción de la presión arterial, inflamación y acumulación de adiposidad visceral. En México además del impuesto a las BSNA, se le suma el impuesto del 8% a “alimentos no esenciales” altamente añadidos con azúcar, sodio o grasas saturadas no saludables. Un incremento en el precio de BNA está asociado a un mayor consumo de agua embotellada, leche, snacks y una disminución en el consumo de azúcar, en bebidas endulzadas, caramelos y dulces típicos. Sin embargo, no se han visto cambios de impacto en relación con los estados patológicos y el consumo de BNA y BSNA, se puede asociar a que un impuesto modesto, no logra la trascendencia como un impuesto elevado, estimando alternativas como el desarrollo de bebidas medicinales o de bienestar (Malik *et al.*, 2010b; Colchero *et al.*, 2015; Colchero *et al.*, 2016; Popkin & Hawkes, 2016).

3.4 Tendencias en el desarrollo de alternativas de bebidas saludables

El sector de bebidas es un mercado muy competitivo que en los últimos años ha presentado un aumento en el desarrollo de productos orientados a satisfacer las demandas de los consumidores en cuanto a productos saludables. El mercado de las BNA ha sufrido cambios en los últimos 5 años, en la búsqueda de alternativas de productos con modificaciones en su contenido nutricional como bebidas enriquecidas, reducidas en algún nutriente, entre otros. Esta búsqueda ha resultado del alza de precios de bebidas azucaradas, el aumento en la demanda de agua embotellada, y las nuevas tendencias del “mercado de la salud”. En él, han surgido nuevos alimentos, como los funcionales, que pretenden aportar beneficios adicionales a la salud, además de cubrir los requerimientos nutrimentales diarios (González *et al.*, 2014; Coronado *et al.*, 2015).

El consumo de estos nuevos productos, de alta calidad nutricional y fácil consumo se ha incrementado en Europa en los últimos 10 años y ha experimentado uno de los

mayores cambios a nivel mundial (Pszczola, 2005; Zulueta *et al.*, 2007; González *et al.*, 2014; Coronado *et al.*, 2015). Uno de los ingredientes más utilizados y estudiados para impartir funcionalidad a los alimentos, particularmente a las bebidas, son los compuestos antioxidantes.

Generalmente las bebidas consideradas como saludables son elaboradas a base de frutas, vegetales y hierbas en combinación o no con otros ingredientes. Desde el 2010, Euromonitor Internacional clasificó a estas bebidas dentro de las BNA de Salud y Bienestar (Health & Wellness Soft Drinks) cuya clasificación se presenta en la Tabla 2. Hasta 2010, estas bebidas representaban el 38% del Mercado Total de Bebidas.

Tabla 2. *Tipos de bebidas de salud y bienestar*

Tipo	Descripción	Ejemplo
Salud Natural	Contienen una sustancia que mejora la salud y el bienestar más allá del valor calórico puro de los productos	Activia desayuno (Danone) Benegastro (Danone)
Funcional/Fortificada	Proveen beneficios a la salud más allá de sus valores nutricionales, o que el nivel de sus ingredientes adicionados no serían normalmente encontrados en ese producto	Antiox (Del Valle) Fuze té verde (Coca-cola Company)
Mejor Para Ti	La cantidad de una sustancia que se considera menos saludable ha sido reducida	Coca-cola sin calorías (Coca-cola Company) Levité (Danone)
Orgánica	Productos certificados como orgánicos, basados en un sistema de granja que mantiene y repone la fertilidad del suelo sin usar tóxicos, pesticidas y fertilizantes	Orgánico (Las Brisas) Rice Drink (Natures Heart)

Fuente: Euromonitor International Database, (2010), citado en Morales de León (2011).

El desarrollo de bebidas con propiedades beneficiosas para la salud se ha centrado en bebidas fermentadas y no fermentadas con bajo contenido calórico, bebidas mixtas elaboradas a partir de mezclas de jugos de frutas y/o vegetales con productos lácteos, prebióticos, probióticos, simbióticos e ingredientes biológicos específicos (vitaminas, minerales, fibra, fenoles, entre otros). Sin embargo, estas bebidas tienen una matriz alimentaria compleja por lo que su elaboración puede resultar costosa y complicada.

Además, a menudo, por su diversidad de ingredientes, sus características sensoriales deben mejorarse combinando aromas y sabores (González *et al.*, 2014).

La revisión de la literatura mostró que existe un número importante de nuevas bebidas, principalmente de origen natural con propiedades antioxidantes elaboradas a partir de frutas o mezclas de varias frutas como fuente de antioxidantes, así como bebidas enriquecidas con diferentes ingredientes funcionales (vitaminas, minerales, fibra, ácidos grasos esenciales, electrolitos, etc.). Sin embargo, para garantizar la estabilidad de estas bebidas, así como sus propiedades nutricionales y sensoriales, es importante tener en cuenta las interacciones que pueden ocurrir por los diferentes constituyentes alimentarios.

Por otro lado, las infusiones preparadas a partir de plantas o partes de plantas (flores, frutos) son matrices simples de fácil obtención que pueden ser utilizadas como base para el desarrollo de bebidas con propiedades bioactivas y características organolépticas agradables para el consumidor (Cilla *et al.*, 2009 y 2011; Rodríguez Roque *et al.* 2013; González *et al.*, 2014) sin la necesidad de adicionar ingredientes como edulcorantes, saborizantes o colorantes.

3.4.1 Beneficios en el consumo de antioxidantes en la salud humana

Los antioxidantes deben estar presentes en el organismo en una concentración suficiente que permita prevenir la acumulación de elementos prooxidantes, estado conocido como estrés oxidativo. En el organismo existen sistemas biológicamente activos, conocidos como antioxidantes, que actúan para proteger y contribuir al equilibrio fisiológico garantizando la vida. Además de los anteriores, el consumo de antioxidantes exógenos o dietéticos coadyuba al proceso de control oxidativo. Recientes investigaciones epidemiológicas indican que el consumo frecuente de alimentos de origen vegetal está asociado con la disminución en el riesgo de enfermedades crónicas; la combinación de vitaminas, minerales, antioxidantes fenólicos y fibra parecen ser los responsables de estos efectos de acuerdo con algunos estudios realizados en varios países sobre el consumo de compuestos fenólicos, principales antioxidantes de la dieta (Coronado *et al.*, 2015; Pisoschi *et al.*, 2016).

En México se consume un total de compuestos fenólicos de 843 mg AG, este consumo es mayor que EE. UU. (450 mg AG) y España (820 mg AG) (González *et al.*, 2014), sin embargo, el consumo es menor que en otros países europeos los cuales por su tipo de dieta incluyen más alimentos ricos en antioxidantes, principalmente frutas y verduras. Los estudios epidemiológicos, experimentales y clínicos han demostrado que los antioxidantes proveen una eficacia biológica en la prevención y en la disminución de los efectos negativos de las enfermedades producidas por el estrés oxidativo (Posada *et al.*, 2003; citado en Porras y López, 2009; Bresciani *et al.*, 2015).

La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos ha sido relacionada con diversas patologías. En estudios epidemiológicos se ha demostrado que la dieta que incluye estas sustancias previene estados proinflamatorios, además de tener actividad hipolipidémica, anticarcinogénica y antimutagénica, protector del ADN, bactericida, estimuladores de respuesta inmune, antialérgicos y antivirales, entre otros (Porras y López, 2009). Estos fitoquímicos son representativos de los productos de origen vegetal que consumimos de manera cotidiana.

3.4.2 Ingredientes naturales en el desarrollo de bebidas antioxidantes

Las plantas medicinales se definen como los vegetales que benefician en cualquier sentido la salud humana, por su ingestión, absorción o contacto. Se clasifican en medicinales, oficinales, aromáticas, y condimentarias y especias (Tabla 3).

En la industria mundial, el té o los productos secos a base de plantas comercializados como tés cobran gran importancia en el mercado de las bebidas haciendo uso de uno de los principales productos derivados de las plantas, las infusiones; esta preparación consiste en una bebida elaborada con alguna parte de planta o alimento vegetal a la cual se les introduce en agua fría o a temperaturas altas que van desde los 55-90°C (Apak *et al.*, 2007; Handa, 2008).

A partir de la necesidad de consumir bebidas listas para beber, comenzaron a comercializarse estos productos elaborados a partir de plantas en presentaciones frías. De estos productos se ha ido estudiando los principales compuestos con actividad biológica presentes en las bebidas vegetales, los polifenoles. Debido al

interés científico y mercadotécnico de estas bebidas, en la oferta actual, el enriquecimiento de los productos comunes ha llevado a la integración de distintos ingredientes como son hojas, tallos, raíces, entre otros (Apak *et al.*, 2007; Handa, 2008; Fretes, 2010).

Tabla 3. Clasificación de plantas medicinales

Tipo	Descripción	Ejemplo
<i>Medicinales</i>	Vegetales que elaboran metabolitos secundarios, llamados “principios activos”; sustancias que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial, sobre el organismo	Cedrón Ajenjo Yerbabuena
<i>Oficinales</i>	Por sus propiedades farmacológicas, está recogida en la farmacopea o que forma parte de un medicamento preparado	Melisa Romero Verbena
<i>Aromáticas</i>	Aquellas cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente por esencias	Albahaca Menta Perejil
<i>Condimentarias y especias</i>	Plantas aromáticas que se utilizan por sus características organolépticas, que comunican a los alimentos y bebidas ciertos aromas, colores y sabores, que los hacen más agradables al olfato, vista y paladar.	Orégano Mostaza blanca Comino

Fuente: Fretes, 2010

Por otro lado, las frutas son alimentos bajos en calorías, grasas y sodio, y son fuentes de fibra, minerales y vitaminas. Además de sus aportes nutrimentales, numerosas evidencias de la medicina alternativa y herbolaria han demostrado que existe una fuerte asociación entre el consumo aumentado de este tipo de alimentos y la disminución del riesgo de padecer diversas enfermedades asociadas al estrés oxidativo (González *et al.*, 2014; Najari & Jäger, 2017).

Debido a las propiedades antioxidantes beneficiosas que se les atribuyen a las frutas, la industria de bebidas hace uso de las frutas para elaborar la mayor parte de sus productos. De las BNA a base de frutas se pueden encontrar jugos, néctares y refrescos, entre otros, y se diferencian entre sí básicamente por el contenido de fruta

en el producto final; así mismo, el valor nutritivo de las bebidas de frutas depende principalmente del tipo de fruta utilizado, de los métodos de procesamiento y el grado de dilución. En busca de nuevas ofertas para el consumidor, el mercado ha derivado de las anteriores, una gama de alimentos enriquecidos en los que se encuentran bebidas refrescantes, derivados lácteos, bebidas isotónicas y bebidas energéticas. Con estos productos, la industria trata de satisfacer las crecientes preocupaciones de los consumidores por la salud y el bienestar (FAO, 1997; Ansorena, 2000; Rodríguez *et al.*, 2001).

Desde el punto de vista económico, la industria de las frutas es de suma relevancia en México, de acuerdo con el Monitor Agroeconómico de SAGARPA, en el 2011 las frutas y hortalizas lograron representar el 40% del valor de producción nacional y el 18% del estado de Hidalgo. A partir del 2014 el país se convirtió en uno de los principales exportadores del mundo; según las estadísticas de Comercio Internacional de las Naciones Unidas, el valor de las exportaciones mundiales hortofrutícolas en el 2016, alrededor de 161 miles de millones de dólares, de las cuales, cerca de 7.6% tuvieron origen en México.

3.4.3 Actividad antioxidante de plantas, flores y frutas

Un antioxidante es una sustancia que, hallándose presente a bajas concentraciones con respecto a las de un sustrato oxidable, inhibe o retarda la iniciación o propagación de las reacciones de la cadena de oxidación de dicho sustrato. Igualmente se definen como sustancias que protegen el sistema celular de efectos potencialmente perjudiciales en los procesos que puedan causar una oxidación excesiva. Los antioxidantes pueden actuar como cortadores de cadena de oxidación, barredores de radicales en la cadena, extinción de oxígeno singlete, descomposición de hidroperóxidos y quelantes de iones metálicos prooxidantes (Posada *et al.*, 2003; Pisoschi *et al.*, 2016).

Los antioxidantes pueden ser artificiales o naturales, estos últimos constituyen una parte esencial del mecanismo de defensa celular y pueden ser endógenos o exógenos (Pisoschi *et al.*, 2016). En la Tabla 4 se presenta la clasificación y las sustancias pertenecientes a cada uno de estos grupos.

Tabla 4. Clasificación de antioxidantes exógenos y endógenos

Antioxidantes exógenos	Antioxidantes endógenos
Ácido ascórbico	Glutación
Alfa-tocoferol	Coenzima Q
Beta-carotenos, carotenos, luteína, licopeno y zeaxantina	Proteínas: Ceutoplasmina, lactoferrina, transferrina y ferritina
Flavonoides	Bilirrubina
	Uratos
Cofactores enzimáticos	Enzimas
Minerales:	Glutation
Selenio, cobre, zinc, hierro, manganeso	Glutation reductasa
	Glutation transferasa
	Glutation proxidasa
	Superóxido dismutasa
	Catalasa
	Glucosa 6 fosfato-deshidrogenasa
	NADPH-FADH+H

Fuente: Posada *et al.*, (2003).

Las frutas, plantas y vegetales son las principales fuentes de sustancias bioactivas, como vitaminas, carotenoides, compuestos fenólicos y otros componentes minoritarios (ácidos grasos, aminoácidos y minerales), que pueden reforzar las defensas naturales del organismo. Algunas investigaciones sugieren que la biodisponibilidad tanto *in vitro* como *in vivo* de muchos compuestos bioactivos en bebidas mixtas puede mejorarse (Cilla *et al.*, 2009 y 2012).

La vitamina C, compuestos fenólicos, carotenoides y constituyentes con actividad antioxidante están altamente disponibles para absorberse tras la digestión *in vitro* e *in vivo* al comprobarse las propiedades antioxidantes, antiinflamatorias e inmunológicas debido a la ingesta de bebidas mixtas. Sin embargo, para garantizar la estabilidad de estas bebidas, así como sus propiedades nutricionales y sensoriales, es importante tener en cuenta las interacciones que pueden ocurrir por los diferentes constituyentes alimentarios. Los principales ingredientes que se mezclan o constituyen primordialmente estas bebidas mixtas son las plantas por sus características organolépticas y beneficios a la salud (Cilla *et al.*, 2011; Rodríguez Roque *et al.* 2013; González *et al.*, 2014).

Actualmente las plantas medicinales han sido parte esencial en el desarrollo de nuevos productos debido al poder antioxidante de sus compuestos bioactivos. La cantidad y tipos de sustancias y su funcionalidad depende del tipo de planta, sin embargo, en general son importantes en la prevención del estrés oxidativo (Barba *et al.*, 2017). En la Tabla 5 se muestran algunas de las principales plantas medicinales de uso industrial y consumo cotidiano, sus compuestos antioxidantes y efectos comprobados.

Tabla 5. Antioxidantes y sus propiedades demostradas de plantas conocidas

Nombre común	Nombre científico	Sustancias y tipo de sustancias	Efectos benéficos
Ajedrea	<i>Satureja hortensis</i>	Ácido rosmarínico, carnosol, carvacrol, timol	Problemas digestivos
Ajo	<i>Allium sativan L.</i>	Compuestos organosulfurados, de organoselenio, saponinas esteroideas, flavonoides	Problemas digestivos Problemas cardiovasculares Problemas inmunológicos Cáncer
Chile	<i>Capsicum frutescence</i>	Capsaicina, capsaicinol, beta-caroteno, beta-sitosterol, ácido cafeico, ácido mirístico	Antioxidante Anti ulcerativo Antimicrobiano
Clavo	<i>Eugenia caryophyllata</i>	Eugenol, galatos	Problemas respiratorios Problemas digestivos
Cúrcuma	<i>Curcuma doméstica</i>	Curcuminas	Problemas respiratorios Problemas digestivos Problemas cardiovasculares Problemas inmunológicos Cáncer
Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Compuestos del tipo de gingerol, diarilheptanoides	Problemas respiratorios Problemas digestivos Problemas cardiovasculares Cáncer
Mejorana	<i>Majorana hortensis</i>	Carotenos, eugenol, ácido rosmarínico, termenos, hidroquinona, flavonoides	Presión arterial Digestivo Anti-inflamatorio
Melisa	<i>Melissa officinalis</i>	Flavonoides	Digestivas Carminativas Antiespasmódicas

			Sedativas Tónicas Diuréticas
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Derivados de los ácidos fenólicos, flavonoides, tocoferoles	Antirespiratorio Antidigestivo Problemas cardiovasculares Cáncer
Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>	Amidas fenólicas, flavonoides	Problemas inmunológicos Cáncer
Pimienta roja	<i>Capsicum annum</i>	Capsaicina	Problemas inmunológicos Cáncer
Romero	<i>Rosemarinus officinalis</i>	Ácido carnósico, carnosol, ácido rosmarínico, rosmanol	Antiinflamatorio Antiviral Antimicrobiano
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>	Carnosol, ácido carnósico, rosmanol, ácido rosmarínico	Hiperglucemia Hiperlipemia Resistencia a la insulina Estrés oxidativo Disfunción endotelial
Té verde	<i>Camelia sinesis</i>	Catequinas	Actividad hipoglucémica Anti hiperglucémica Antidiabética Antioxidante Sensibilidad a la insulina
Té negro (té fermentado)	<i>Camelia assamica</i>	Teaflavinas tearubiginas	Actividad hipoglucémica Anti hiperglucémica Antidiabética

Fuente: Elaboración propia usando las referencias: González *et al.*, 2014; Mercado *et al.*, 2013; González *et al.*, 2014; Aruselvan *et al.*, 2014; Embuscado, 2015; Miraj *et al.*, 2016; Pisoschi *et al.*, 2016; Santini *et al.*, 2017.

La tendencia global hacia el consumo de alimentos que proporcionen efectos beneficiosos a la salud ha generado la inquietud por investigar los compuestos bioactivos presentes en los vegetales como fuente de ingredientes funcionales en los productos alimenticios, estas investigaciones han sido orientadas a la caracterización de diferentes tipos de frutas y su capacidad y contenido de componentes antioxidantes (Mullen *et al.*, 2007; González *et al.*, 2014; Cárdenas, Arrazola y Villalba, 2015).

Los datos sobre la actividad antioxidante de las frutas varían en función del tipo de modelo de oxidación utilizado, de los métodos de análisis de los compuestos antioxidantes y del medio de extracción (González *et al.*, 2014). En la Tabla 6 se presenta la capacidad antioxidante y el contenido fenólico de algunas de las principales frutas empleadas en la industria de bebidas producidas en México.

Tabla 6. Actividad antioxidante de las principales frutas empleadas en la industria de bebidas en México

Fruta	%AA	Contenido fenólico (g GAE / 100g cáscara b. s.)
<i>Naranja agria</i>	52.28 ± 2.00	7.84 ± 0.27
<i>Toronja</i>	72.05 ± 3.44	11.38 ± 0.44
<i>Naranja valencia</i>	71.39 ± 2.37	2.75 ± 0.06
<i>Lima</i>	57.71 ± 3.17	6.62 ± 0.22
<i>Mandarina</i>	54.49 ± 2.21	5.92 ± 0.37
<i>Limón real</i>	48.82 ± 2.13	3.41 ± 0.21
<i>Limón mexicano</i>	95.18 ± 2.12	5.68 ± 0.36

b. s.: Base seca **EAG:** Equivalentes de Ácido gálico **%AA:** Porcentaje de actividad antioxidante

Fuente: Escobar, (2010).

De acuerdo con los hallazgos estudiados del uso de plantas y frutas en la industria de bebidas se han encontrado plantas, flores y frutas disponibles en el estado de Hidalgo, que pueden ser integradas en una bebida mixta para enriquecer el contenido de compuestos antioxidantes, en la Tabla 7 describen algunas.

Tabla 7. Actividad antioxidante de algunas plantas, flores y frutas disponibles en el estado de Hidalgo

Plantas y flores			
Nombre común	Nombre Científico	Capacidad antioxidante [Determinación*]	Referencia
-Toronjil -Melisa	<i>Melissa officinalis</i>	13.2 mg EAG [Fenoles Totales]*	Miraj <i>et al.</i> , 2016.
Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i>	80-85 mg EAG [Método espectofotométrico]*	Ramírez <i>et al.</i> , 2016
Bugambilia	<i>Bougainvillea glabra Choisy</i>	43.5 mg AAE [FRAP]*	Narayan <i>et al.</i> , 2012
Flor de manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i>	86-141 imol eq. FeSO ₄ [FRAP]*	Muñoz <i>et al.</i> , 2012
Frutas			
Nombre común	Nombre Científico	Capacidad antioxidante [Determinación*]	Referencia
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	27.24 mg Trolox [extracción en agua por método FRAP]*	Musa <i>et al.</i> , 2011
Mandarina clementina	<i>Citrus reticulata</i>	5.48-20.73 mg Trolox [extracción en agua por método DPPH]*	Wang <i>et al.</i> , 2017
Naranja valencia	<i>Citrus sinensis</i>	44.47 mg Trolox [extracción en metanol por método FRAP]*	Hassan <i>et al.</i> , 2017
Piña miel	<i>Ananas comosus</i>	18.2-29.6 mg EAG [extracción en agua por método FRAP]*	Yuris y Siow, 2014
Fresa	<i>Fragaria</i>	7914 µg EAG [extracción en acetona, ácido acético y agua por método de Folin -Ciocalteu]*	Özgen <i>et al.</i> , 2007

*Método de extracción y método de análisis de actividad antioxidante
Fuente: Elaboración propia con las referencias citadas



PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4

4. Problema de investigación

El sobrepeso y la obesidad son dos enfermedades cuyas comorbilidades pueden llevar a la muerte. A las personas que las padecen, les dificulta elegir correctamente sus alimentos puesto que sus factores sociales y biológicos condicionan a una afectividad por los productos azucarados. Dentro del mercado de las bebidas, este no ofrece una amplia gama de alternativas para reducir el consumo de azúcar, además sigan siendo atractivas y mejoren un estado patológico.

Uno de los usos más cotidianos de las plantas medicinales es la preparación de infusiones, estas bebidas son consumidas tradicionalmente por sus propiedades medicinales atribuidas a la presencia de diversas sustancias bioactivas como los fenoles y terpenos que proporcionan propiedades antioxidantes. Este tipo de compuestos contribuyen a la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y proinflamatorias como lo son el sobrepeso y la obesidad. El aprovechamiento de las propiedades benéficas que proporcionan las plantas, aunado al uso de flores y frutas, permitirá el desarrollo de una bebida baja en calorías como una alternativa viable de consumo para la población con estas patologías.



JUSTIFICACIÓN

5

5. Justificación

Estadísticas recientes muestran que México es uno de los principales países consumidores de bebidas no alcohólicas. El exceso en el consumo de este tipo de productos ha representado una elevada ingesta calórica, principalmente de azúcares simples lo que ha conllevado a la aparición de diversas enfermedades como sobrepeso, obesidad y enfermedades cardiovasculares.

En este sentido, en la última ENSANUT MC 2016 los resultados mostraron que entre la población adulta hay una prevalencia del 72.5% de sobrepeso u obesidad y que las diferentes medidas que se han tomado para reducir estos padecimientos no han mostrado resultado alguno. Además, resulta preocupante la aparición de estas enfermedades a edades cada vez más tempranas.

Los cambios en los hábitos alimentarios y el incremento en la actividad física podrían ser la respuesta a los problemas de sobrepeso y obesidad. Respecto a los cambios dietéticos, es necesario incorporar alimentos que resulten benéficos para el organismo y que contribuyan en el tratamiento de diversas enfermedades, tal es el caso de los alimentos funcionales. Estos presentan compuestos bioactivos como los fenoles y terpenos que poseen propiedades antioxidantes cuyos beneficios han sido mostrados en diversos estudios.

Por lo que en este trabajo se pretende desarrollar una bebida aprovechando las propiedades medicinales de dos plantas de uso tradicional en Hidalgo, el cedrón y el toronjil, aunado a las propiedades que presentan flores y frutas. Esto permitirá, proponer una bebida baja en calorías que pueda ser una alternativa de consumo para la población en general, pero en especial para la que padece sobrepeso u obesidad.



OBJETIVOS

6

6. Objetivos

6.1 General

Desarrollar una bebida antioxidante baja en calorías, a través del uso de extractos acuosos de plantas medicinales, flores y frutas para ofrecer una alternativa de consumo a personas con sobrepeso y obesidad.

6.2 Específicos

- Elaborar diferentes formulaciones de bebidas a partir de plantas medicinales, flores y frutas deshidratadas utilizando el método de extracción convencional sólido-líquido.
- Evaluar la calidad microbiológica de las bebidas mediante técnicas propuestas por la normativa mexicana.
- Determinar algunas propiedades fisicoquímicas de las formulaciones propuestas a través de técnicas oficiales.
- Evaluar la capacidad antioxidante de las formulaciones propuestas a través de las metodologías de fenoles totales, DPPH y FRAP.
- Determinar la preferencia, nivel de agrado y la intención de compra de las formulaciones propuestas mediante pruebas sensoriales en dos grupos de consumidores (aparentemente sanos y con sobrepeso u obesidad).
- Analizar estadísticamente los resultados mediante un método de reducción de dimensiones para explicar el comportamiento de las bebidas.

7. Hipótesis

Las bebidas desarrolladas a base de extractos acuosos de plantas medicinales, flores y frutas son bajas en calorías, poseen elevada capacidad antioxidante y agradan a la población con sobrepeso y obesidad.



METODOLOGÍA

8

8. Metodología

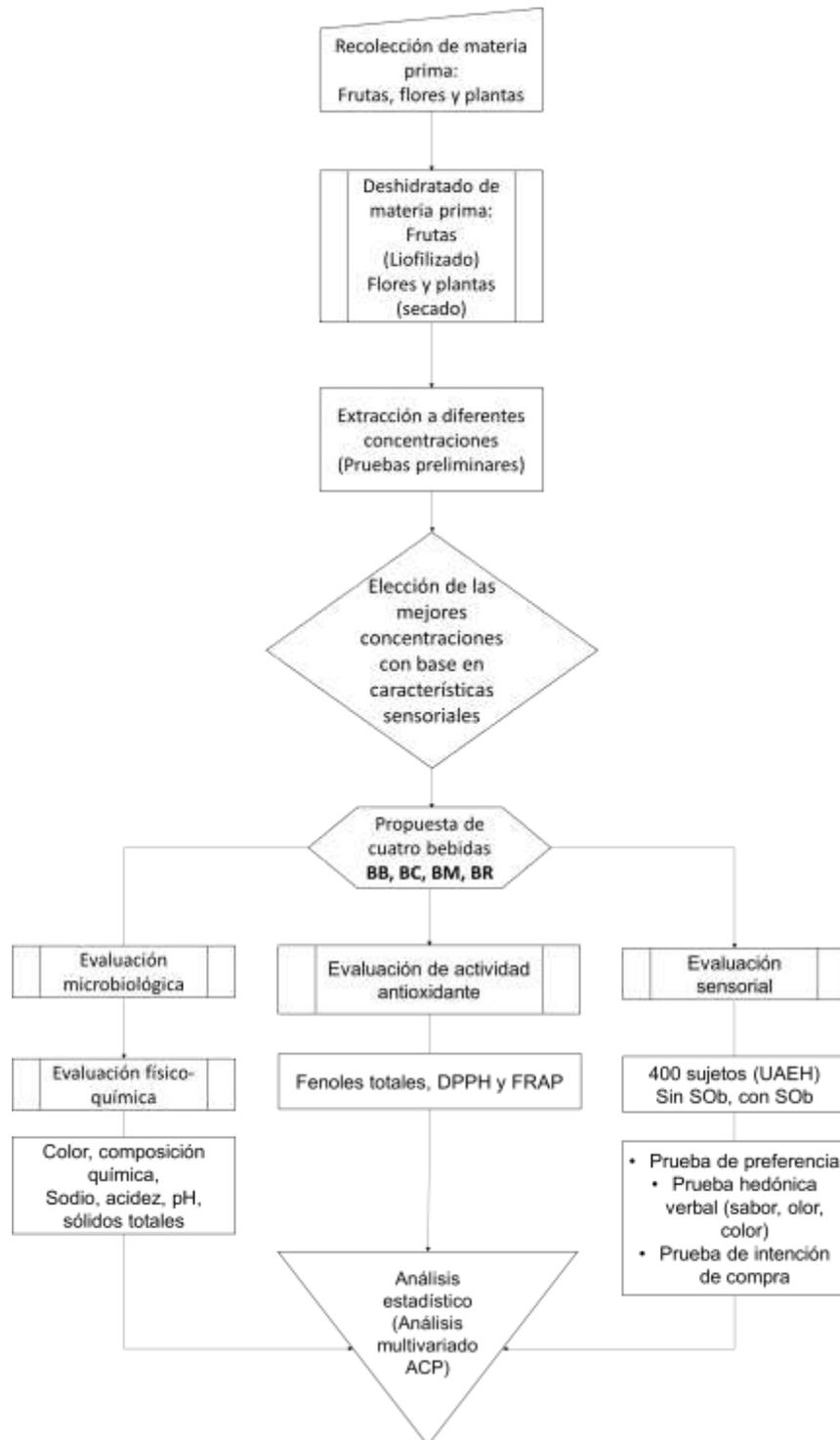


Figura 2. Diagrama metodológico

8.1 Muestras

Para el desarrollo de la bebida, se eligieron dos plantas (cedrón y toronjil), dos flores (bugambilia y manzanilla) y cinco frutas (guayaba, fresa, piña, mandarina y naranja). De los cítricos, se utilizó solo la cáscara. Las plantas y frutas se adquirieron en mercados (Benito Juárez y Aurrerá) ubicados en Pachuca, Hidalgo; mientras que la flor de bugambilia se recolectó directamente de plantas ubicadas en la misma ciudad.

8.1.1 Acondicionamiento de las muestras

Las plantas medicinales y las flores fueron lavadas al chorro de agua. Éstas además fueron sometidas a inmersión en solución desinfectante de acuerdo con las indicaciones de la marca elegida (Microdín®). Posteriormente, fueron secadas a la sombra con aireación para eliminar la mayor cantidad de agua. La duración de este proceso fue determinada por la muestra, con la variación de tiempo entre los 4-8 días. En el caso de las frutas, estas fueron higienizadas para garantizar la inocuidad de la bebida. La higienización consistió primero en un lavado al chorro de agua, enseguida con ayuda de un cepillo y detergente se eliminó la tierra y otros elementos presentes. Después se sometieron a inmersión en una solución desinfectante siguiendo las indicaciones de concentración y tiempo de la marca elegida (Microdín®). Al cabo del tiempo necesario, se secaron a la intemperie, una vez secas se cortaron en trozos de tamaño semejante ($1-3 \text{ cm}^3$) dependiendo de la fruta. Obtenidas las unidades, éstas se congelaron en bolsas herméticas a -75°C en un ultra congelador vertical (Thermo. Electron Corporation®. ULT Freezer Forma -86C. Modelo 8607) hasta su posterior liofilización.

El proceso de liofilización fue en condiciones de -40°C y $133 \times 10^{-3} \text{ mBar}$ en un equipo de liofilización (LABCONCO® Freeze dry system/ Freezone 4.5). La duración del proceso se determinó por la fruta procesada hasta remover del 75-90% de agua.

8.2 Desarrollo de formulaciones

Para la obtención de las bebidas se realizaron pruebas preliminares a fin de seleccionar las mejores formulaciones. Para ello, se elaboró una base herbal con toronjil y cedrón, combinando las flores en diferentes proporciones. Estas bases se

mezclaron con las diferentes frutas. Se pesaron (Balanza Analítica Precisa mod. ES 220A) los ingredientes deshidratados (plantas, flores y frutos) de acuerdo con las cantidades indicadas en la Tabla 8 en concentraciones a diferentes relaciones entre planta/flor (10-90/90-10%) y para la posterior inclusión de fruta y sus combinaciones (10-100%).

A continuación, se realizó una extracción convencional sólido-líquido en 240 mL de agua purificada a 90°C durante 5 min., filtrando al momento de envasar, finalizando con un choque térmico en baño de hielo. A partir de estas formulaciones preliminares se seleccionaron las cuatro mejores con base en sus atributos sensoriales.

Tabla 8. *Desarrollo de formulaciones*

Ingrediente	Codificación de bebidas			
	Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3	Concentración 4
Toronjil	0.5	1.0	1.5	2.0
Cedrón	0.5	1.0	1.5	2.0
Bugambilia	0.25	0.50	0.75	1.0
Manzanilla	0.1	0.2	0.4	0.8
Naranja	1	2	4	5
Guayaba	1	2	4	5
Mandarina	1	2	4	5
Fresa	1	2	4	5
Piña	1	2	4	5

Los datos de cada ingrediente representan los gramos de peso seco (g) empleados para 240 mL de una bebida

8.3 Evaluación de la calidad microbiológica

Se evaluó la presencia de tres grupos de microorganismos indicadores (mesófilos aerobios, mohos/ levaduras y coliformes totales) siguiendo las metodologías establecidas por la NOM-110-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994, la NOM-113-SSA1-1994 y la NOM-111-SSA1-1994 que de forma resumida se muestran en el anexo 1.

8.4 Caracterización fisicoquímica de las bebidas propuestas

8.4.1 Determinación de color

La determinación de color se realizó utilizando los valores CIE L* (luminosidad), a* (coordenada rojo-verde) y b* (coordenada amarillo-azul) mediante imágenes digitales (Nikon D3200, Nikon Corporation) analizadas con el software Photoshop® v.20.0.5

Extended, de acuerdo con la metodología propuesta por Padrón (2012) y Martínez (2015).

8.4.2 Evaluación de composición química

La composición química se evaluó utilizando los métodos oficiales de la AOAC (Association of Official Analytical Chemist) en 2005, por sus siglas en inglés: humedad AOAC 925.19 (Horno eléctrico de convección Felisa FE291D), proteína AOAC 920.165 (Digestor Kjeldahl de block DIK-12 y un Analizador de Proteína Kjeldahl Automático mod. ZDDN-II), extracto etéreo AOAC 920.39 (Parrilla reformada multi unidad Lab-Line mod. 5000) y cenizas AOAC 941.12 (Mufla Thermo Scientific Thermolyne mod. FB1415M).

8.4.3 Determinación de sodio

La determinación de sodio se realizó por el método ICP OES (PerkinElmer Optima 8x00 series mod. 8000) basado en lo establecido en la AOAC 984.27. La descripción simplificada se describe en el anexo 2.

8.4.4 Evaluación de acidez titulable y pH

Para la determinación de la acidez titulable, en un matraz Erlenmeyer de 50 mL se añadieron 10 mL de cada formulación y se titularon con una solución de hidróxido de sodio a 0.1 N hasta el salto de pH registrado con el uso de potenciómetro y electrodo digital (Hanna® HI 300) calibrado previamente con buffers de pH 4, 7 y 10. Los resultados se reportaron como porcentaje de ácido orgánico más abundante de acuerdo con la literatura. En el caso de la determinación del pH se utilizó un potenciómetro marca Hanna HI 300 calibrado previamente con buffers de pH 4, 7 y 10, procediendo a medir el pH directamente en 20 mL de formulación.

8.4.5 Determinación de sólidos solubles totales

Para esta determinación se utilizó un refractómetro manual (Atago® 0-30 °Brix) sobre el cual se colocaron 2 gotas de cada muestra (bebidas finales) para su lectura a contraluz, reportando el resultado en °Bx.

8.5 Evaluación de la actividad antioxidante

8.5.1 Determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu

Para la cuantificación de fenoles totales se construyó una curva de calibración en un intervalo de concentración de 0 a 15 mg/L, a partir de una solución estándar de ácido gálico (AG) 1000 mg/L. Se tomó el volumen correspondiente de cada estándar, se adicionó 2 mL de Na₂CO₃ al 7.5%, 2 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (10%) y se aforó a 10 mL con agua destilada. Las lecturas de absorbancia se realizaron a 760 nm (Thermo Fisher Scientific mod. Genesys 10S UV-Vis). Para la determinación de fenoles en las bebidas, se siguió el mismo procedimiento que para la curva de calibración, sustituyendo el AG por 1 mL de cada muestra. Las determinaciones se realizarán tres veces por triplicado. Los valores se reportan en mg de equivalentes de ácido gálico EAG/100mL.

8.5.2 Método del radical DPPH•

Para realizar esta determinación, se utilizó el método propuesto por Brand-Williams *et al.* (1995) con algunas modificaciones (Chen *et al.*, 2008). Se preparó una curva de calibración, [0 a 33 µM], a partir de una solución patrón de Trolox 1mM en MeOH (metanol). A cada solución estándar de la curva se añadió 2.9 mL de DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) 0.1 mM en MeOH. Todas las soluciones estándar se llevaron a un volumen final de 3 mL con MeOH. A la par de los estándares se preparó una muestra control que únicamente contenía 0.1 mL de MeOH y 2.9 mL de DPPH•. Los estándares se dejaron reaccionar durante 50 minutos en la oscuridad y se midió la absorbancia a 515 nm (Thermo Fisher Scientific mod. Genesys 10S UV-Vis), utilizando como blanco MeOH. Finalmente se construyó la curva de calibración de [Trolox] vs % DPPH•_{remanente}, a partir de los valores obtenidos de absorbancia para el control y para cada uno de los estándares.

La actividad antioxidante (AA) de los extractos acuosos se midió utilizando el mismo procedimiento que para la curva de calibración, reemplazando la solución de Trolox

por 100 μ L de cada extracto. Todas las determinaciones se realizaron tres veces por triplicado. Los valores se reportan en mg de Trolox/100mL.

8.5.3 Determinación del Poder Antioxidante Reductor de Hierro (FRAP)

Este análisis se realizó utilizando la técnica FRAP de Benzie y Strain (Chohan *et al.*, 2008) modificada. El reactivo FRAP se preparó mezclando buffer de acetatos (300 mM a pH 3.6), cloruro férrico hexahidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (20 mM) y TPTZ (4,6-tripiridil-s-triazina) 10 mM, preparado en HCl 40 mM. Las tres soluciones se mezclaron en proporciones 10:1:1 (v/v/v).

Se preparó una curva de calibración (0 a 100 mM), a partir de una solución patrón de cloruro ferroso tetrahidratado [$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] en HCl 40 mM. A cada solución estándar de la curva se añadió 1 mL de reactivo de FRAP y se llevó a un volumen final de 10 mL con agua destilada. Todas las soluciones se incubaron a 37°C por 4 min. y se midió su absorbancia a 593 nm (Thermo Fisher Scientific mod. Genesys 10S UV-Vis) utilizando un blanco que contenía únicamente reactivo de FRAP. La AA de los extractos acuosos se midió utilizando el mismo procedimiento que para la curva de calibración, reemplazando la solución de cloruro ferroso por 250 μ L de cada extracto. Todas las determinaciones se realizaron tres veces por triplicado. Los valores se reportan en mg de Fe^{2+} /100mL.

8.6 Pruebas afectivas de las bebidas propuestas

Con la finalidad de conocer la preferencia y el nivel de agrado de las bebidas, se realizaron pruebas afectivas con un grupo de 400 personas provenientes de tres institutos; Ciencias Básicas e Ingeniería (ICBI), Ciencias Económico Administrativas (ICEA) y Ciencias de la Salud (ICSa) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). El total de personas participantes en la prueba se calculó través de la estimación de un tamaño de muestra probabilístico con base en la población total de los tres institutos (Estadística Poblacional DGP UAEH, 2018).

A los sujetos evaluados se les realizó una medición antropométrica de talla y peso mediante técnicas estandarizadas (Anexo 3) para determinar el índice de masa

corporal (IMC) a fin de conocer su estado nutricional utilizando los puntos de corte propuestos por la NOM-008-SSA3-2017: normal: 18.50-24.99 kg/m²; sobrepeso: 25.00-29.99 kg/m²; y obesidad: >30.00 kg/m². Para el análisis de la población en el estudio, ésta se clasificó en dos grupos de acuerdo con el diagnóstico de IMC: Sin sobrepeso u obesidad (Sin SOb) utilizando los puntos de corte IMC < 25.00 kg/m² y Con sobrepeso u obesidad (SOB) IMC ≥ 25.00 kg/m². Una vez clasificados, los participantes realizaron las pruebas afectivas de las bebidas desarrolladas.

El panel de jueces realizó una prueba de preferencia por ordenamiento, una prueba de nivel de agrado y una prueba de intención de compra. Las muestras (15 mL de cada bebida) se presentaron en vasos de plástico de 30 mL de capacidad, codificados con números de tres dígitos elegidos al azar, servidas en distintos órdenes indicando que se probasen de izquierda a derecha. Las fichas de cata utilizadas se presentan en el anexo 4.

La prueba de preferencia por ordenamiento fue la primera prueba aplicada. El grupo de consumidores degustó las bebidas, ordenándolas de izquierda a derecha (menor y mayor preferencia) de acuerdo con su sabor. Enseguida se aplicó la prueba hedónica para evaluar el nivel de agrado o desagradado de los atributos de sabor, olor y color de cada bebida, utilizando una escala de 9 puntos (1= “Me disgusta extremadamente”, 5= “No me gusta ni me disgusta”, 9= “Me gusta extremadamente”). Finalmente, se realizó la prueba de intención de compra utilizando una escala de 7 puntos (1= “Definitivamente no la compraría”, 4= “Tal vez sí, tal vez no la compraría”, 7= “Definitivamente sí la compraría”).

8.7 Análisis estadístico

Se realizaron medidas de tendencia central media y desviación estándar, así como pruebas ANOVA, con prueba de Duncan *post hoc* para las determinaciones físicoquímicas y de capacidad y contenido antioxidante; prueba de Tukey *post hoc* para la evaluación sensorial, análisis de frecuencia, prueba de Kruskal Wallis para las mismas.

Para finalizar se realizó un análisis multivariado para encontrar la relación entre los resultados de las evaluaciones fisicoquímicas, de capacidad antioxidante y pruebas sensoriales mediante un análisis de componentes principales.

Validación del análisis

El análisis de componentes principales (ACP) es un método de reducción de dimensiones poco utilizado en la investigación en alimentos. En este análisis se busca conocer si las correlaciones de variables pueden ser explicadas por otra variable. Para confirmar si el método es adecuado debe de realizarse la medición de la adecuación muestral mediante la prueba de *KMO* (Kaiser-Meyer-Olkin) cuyo valor corresponde a un número entre 0 y 1. Los valores menores de 0.5 indican que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos muestrales que se están estudiando (Pérez, 2004; Lancheros y González, 2011).

La siguiente prueba para confirmar el análisis es la prueba de esfericidad de Barlett, que confirma si la matriz de correlaciones es la identidad, es decir las intercorrelaciones entre las variables son cero. Cuando se obtienen valores altos de Chi^2 , o en su defecto un determinante bajo (cerca a cero), significa que hay variables con correlaciones altas, por tanto, cuando el estadístico toma un valor alto se rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es la idéntica (Lancheros y González, 2011).

Finalmente se verificó que la varianza de las variables no fuera negativa y el valor de la comunalidad no fuera mayor a 1. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico SPSS v. 22.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9

9. Resultados y discusión

9.1 Formulaciones finales

En la Tabla 9 se presentan las formulaciones de las 4 bebidas finales seleccionadas, elaboradas a través de la combinación de plantas medicinales, flores y frutas. Estas formulaciones presentaron características sensoriales atractivas, principalmente color, sabor y aroma. Para fines del estudio se codificaron las bebidas desarrolladas con las letras BR, BB, BM y BC.

Tabla 9. Formulaciones de las bebidas finales seleccionadas (g/240 mL)

Ingrediente	Codificación de bebidas			
	BR	BB	BM	BC
Toronjil	0.9	1.2	-	0.8
Cedrón	-	-	0.4	-
Bugambilia	0.4	-	0.9	0.5
Manzanilla	-	0.1	-	-
Naranja	-	2	-	-
Guayaba	1	-	4	5
Mandarina	-	-	1	-
Fresa	2	1	-	-
Piña	2	2	-	-

9.2 Calidad microbiológica de las bebidas

Las bebidas desarrolladas presentaron una calidad microbiológica adecuada para su consumo puesto que no se observó la presencia de ninguno de los tres tipos de microorganismos indicadores analizados (mesófilos aerobios, mohos/ levaduras y coliformes totales) durante las 6 semanas de evaluación. Lo anterior refleja la aplicación de Buenas Prácticas de Manipulación e Higiene durante su elaboración, así como el uso de materia prima que cumple con parámetros de calidad para su uso como ingredientes de este tipo de productos (NOM-086-SSA1-1994).

Ya que las bebidas desarrolladas no contienen aditivos y sus valores de pH podrían ser favorables para el crecimiento de microorganismos (Cheftel, 1983), en este trabajo se optó por aplicar un choque térmico con el objetivo de asegurar su inocuidad y la preservación de las sustancias bioactivas de interés. Los resultados de la evaluación de la calidad microbiológica confirmaron que dicho tratamiento fue eficiente ya que no se observó crecimiento microbiano en ninguna de las bebidas desarrolladas.

9.3 Caracterización fisicoquímica de las bebidas

9.3.1 Determinación de color

En general, las bebidas desarrolladas presentaron colores intensos y atractivos (Tabla 10). Las formulaciones que incluyeron bugambilia presentaron tonalidades rojas y rosa intenso. La bebida BB, presentó tonos amarillo-café brillante, esto debido a la ausencia de bugambilia en su formulación. Esta flor es la responsable de las coloraciones rojas observadas debido a su alto contenido de un complejo de más de 30 betacianinas (Heuer *et al.*, 1994) que además de impartir color, son las responsables de algunas de sus propiedades medicinales (Bhaskara *et al.*, 2015).

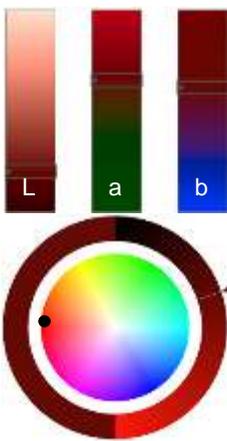
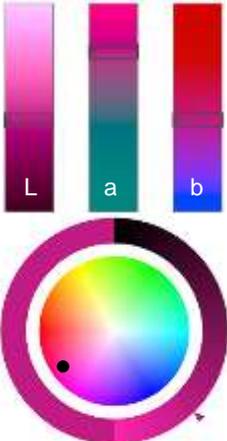
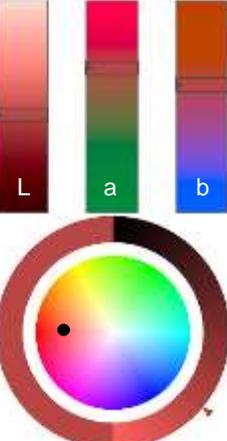
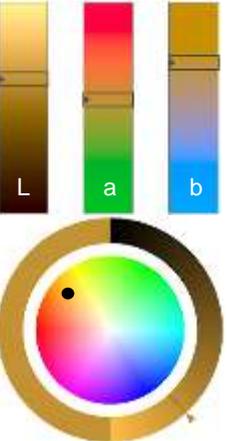
Los valores de L (brillo), a (tonalidades rojas) y b (tonalidades amarillas) se presentan en la Tabla 10. Los resultados obtenidos fueron diferentes significativamente debido a su consistencia con los ingredientes y las proporciones utilizadas para cada formulación. Entre las tendencias actuales de las bebidas funcionales, se buscan colores suaves asociados con las propiedades benéficas que ofrecen y con productos naturales, libres de aditivos (Jiménez, 2017). Las bebidas desarrolladas presentan tonalidades atractivas que se asemejan a las buscadas en las nuevas tendencias de bebidas en el mercado (Tabla 10).

9.3.2 Caracterización química de las bebidas desarrolladas

Los resultados de los componentes químicos analizados en las bebidas desarrolladas fueron estadísticamente diferentes en todas sus evaluaciones (Tabla 11). Como era de esperarse, la humedad fue el principal componente de todas las muestras, debido a su naturaleza. Para los componentes, proteína y extracto etéreo, no se presentan los resultados debido a la ausencia de estos en la matriz alimentaria.

Respecto al contenido de cenizas, los ingredientes utilizados para la elaboración de las bebidas no contribuyeron al aporte de minerales debido quizá al método de extracción utilizado. Al utilizar agua como solvente y una temperatura de 90°C la extracción de minerales pudo haberse limitado, o bien la biodisponibilidad de éstos también depende del ambiente donde crecen y la absorción por la raíz (Martínez *et al.*, 2015).

Tabla 10. Valores de color de las bebidas desarrolladas

Código	BC	BM	BR	BB
CIE $L^*a^*b^*$				
L^*	20.05 ^a ±0.07	43.75 ^b ±0.07	45.00 ^c ±0.14	63.35 ^d ±0.07
a^*	38.50 ^b ±0.84	68.30 ^d ±0.14	45.90 ^c ±0.28	9.60 ^a ±0.28
b^*	28.85 ^c ±1.06	-16.25 ^a ±0.77	25.40 ^b ±0.70	54.10 ^d ±1.83
Ingredientes	Toronjil Bugambilia Guayaba	Cedrón Bugambilia Guayaba Mandarina	Toronjil Bugambilia Guayaba Fresa Piña	Toronjil Manzanilla Naranja Fresa Piña
				
				

BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas. **Media ± Desviación estándar;** ^{a,b,c,d} letras diferentes en filas indican diferencia significativa entre las muestras con una $p < 0.05$
 Colores de las bebidas desarrolladas obtenidos a través del programa Adobe Photoshop v. 20.0.5 (Martínez, 2015)

De acuerdo con el contenido de sodio, este macroelemento representa uno de los principales iones con función homeostática (Monckeberg, 2012). En México, la NOM-086-SSA1-1994, establece que aquellas bebidas que contengan menos de 30 mg/porción, se clasifican como productos muy bajos en sodio. Todas las bebidas desarrolladas presentaron valores de sodio inferiores al mencionado en porciones de

200 mL por lo que pueden ser incluidas en dicha clasificación a pesar de ser estadísticamente diferentes (Tabla 11).

Las muestras prácticamente no presentaron acidez titulable, a pesar de contener en sus formulaciones frutas ricas en ácido ascórbico, cítrico, fumárico y málico (Badui, 2006; Ríos, 2013). Esto podría explicarse por la cantidad de fruta empleada al igual que el método de extracción, que al extraer los ácidos orgánicos presentes en las frutas, éstos pueden ionizarse en el agua y formar compuestos que acidifiquen el medio para así obtener valores de pH bajos (Burns, 2011). Los valores de pH fueron diferentes significativamente, se encontraron entre 4.83 y 6.26. Estos resultados son altos, comparados con el pH de bebidas refrescantes carbonatadas y sin carbonatar pH 3.7-4.5 (Vera, 2003). Estos productos generalmente son adicionados con ácido cítrico y fosfórico, aditivos utilizados como acidulante y como conservador, respectivamente (Cheftel, 1983).

Tabla 11. Caracterización química de las bebidas desarrolladas

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Sodio (mg/L)	pH	°Brix (%)	CHOs (%)	kcal/p (200mL)
BR	99.01 ^a ±0.01	0.077 ^a ±0.0092	138.74 ^d ±1.04	4.83 ^a ±0.007	0.9 ^c ±0	0.913 ^d ±0	7.2 ^d ±0
BB	99.25 ^b ±0.00	0.079 ^b ±0.0074	87.57 ^b ±2.00	4.86 ^b ±0.007	0.6 ^b ±0	0.671 ^c ±0	5.36 ^c ±0
BM	99.31 ^c ±0.00	0.079 ^b ±0.0048	95.37 ^c ±1.88	6.26 ^d ±0.007	0.6 ^b ±0	0.611 ^b ±0	4.88 ^b ±0
BC	99.41 ^d ±0.01	0.097 ^d ±0.0058	78.89 ^a ±2.30	5.50 ^c ±0.00	0.4 ^a ±0	0.493 ^a ±0	3.94 ^a ±0

BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas. **Media ± Desviación estándar**; ^{a,b,c,d} letras diferentes indican diferencia significativa entre las muestras con una $p < 0.05$

En cuanto a los °Brix, que representan los sólidos solubles (carbohidratos principalmente) presentes en un producto, todas las muestras presentaron diferencia significativa con valores bajos (<1%) atribuibles a los ingredientes utilizados y al hecho de que no contienen azúcares añadidos.

En relación con el contenido calórico, la NOM-086-SSA1-1994 establece que las bebidas que contienen ≤ 40 kcal/porción son “Bajas en calorías” mientras que las que aportan ≤ 5 kcal/porción son “Sin calorías”. Productos como la Coca Cola tienen un contenido de 81 gramos de azúcar y arriba de 300 kcal, por cada 300 mL, y bebidas consideradas como “saludables” como un Fuze tea contiene 13 gramos de azúcar y 52 kcal (Thinglink, 2019). Las bebidas desarrolladas son una alternativa saludable de

este tipo de productos tomando en cuenta que de acuerdo con la norma mencionada se clasifican como bebidas sin calorías (BM y BC) y bajas calorías (BR y BB).

9.4 Evaluación de la capacidad antioxidante

En México, las bebidas saborizadas más consumidas (bebidas carbonatadas, jugos y algunas infusiones herbales), no ofrecen un aporte significativo de antioxidantes, pero si contribuyen al consumo de calorías al contener un elevado contenido de azúcares simples (Hervert-Hernández y Goñi, 2011). Una bebida que contenga una combinación de frutas y plantas infusionadas incrementa el contenido antioxidante y presenta un menor contenido calórico (González, 2014).

Los compuestos antioxidantes son aportados a la dieta principalmente a través del consumo de frutas y verduras. Sin embargo, en países como México, la ingesta de vegetales es baja en general. De acuerdo con lo reportado por Scarbert y Williamson en el 2000, la ingesta diaria global de antioxidantes (polifenoles) se estimaba en 1000 mg EAG/día. La mayor ingesta encontrada ha sido en población española en 2007 con un consumo entre 2590 y 3016 mg EAG/día, recordando que su dieta (Mediterránea) comprende la ingesta de grupos de alimentos considerados “ricos en antioxidantes” como frutas, verduras, frutos secos, vino tino, café y otras bebidas, sin embargo, PREDIMED en 2013 actualizó los valores a 820 mg EAG/día a la misma población (Tresserra *et al.*, 2013).

Tabla 12. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante

Formulación	Contenido de fenoles totales	Método DPPH	Método FRAP
	mg EAG/100mL	mg Trolox/100mL	mg Fe ²⁺ /100mL
BR	844.74 ^c ±3.29	464.64 ^b ±3.96	426.12 ^c ±1.04
BB	810.50 ^a ±3.29	375.38 ^a ±3.67	414.08 ^b ±0.52
BM	831.43 ^b ±5.70	547.49 ^c ±3.98	434.86 ^d ±2.57
BC	943.38 ^d ±4.74	776.94 ^d ±3.35	379.59 ^a ±1.50

BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas. **Media ± Desviación estándar**; ^{a,b,c,d} letras diferentes indican diferencia significativa entre las muestras con una $p < 0.05$; **EAG** equivalentes de ácido gálico; **DPPH** 2,2-difenil-1-picrilhidrazil; **FRAP** poder antioxidante reductor de hierro

Otros países europeos con dietas similares y situaciones epidemiológicas con bajas tasas de patologías y comorbilidades asociadas a la nutrición y especialmente a enfermedades relacionadas con el estrés metabólico han mostrado ingestas entre 863 y 1306 mg EAG/día (Ovaskainen *et al.*, 2008 y González *et al.*, 2014). En América,

algunos estudios han revelado un consumo de alrededor de 450 mg EAG/día para EE. UU. y de 843 mg EAG/día para población mexicana (González *et al.*, 2014; Bresciani *et al.*, 2015).

Los resultados de la capacidad antioxidante de las bebidas desarrolladas determinados por fenoles totales, DPPH, y FRAP (Tabla 12) fueron diferentes significativamente entre las formulaciones. En orden decreciente, para DPPH los valores se encontraron BC>BM>BR>BB. Los valores más altos correspondieron a la bebida elaborada con toronjil, bugambilia y guayaba mientras que los más bajos fueron los de la bebida conteniendo toronjil, manzanilla, naranja, fresa y piña. Las concentraciones empleadas de cada ingrediente en las formulaciones contribuyeron de forma importante en el poder antioxidante mostrado por cada bebida.

En 2009, Pisoschi, Cheregi y Danet realizaron un estudio comparativo de jugos de frutas comerciales, se determinó la capacidad antioxidante total por este mismo método encontrando para un jugo de naranja comercial, bebida con mayor capacidad antioxidante refirió una cantidad de 9.25 mM de Trolox, valor inferior a todos los de las bebidas desarrolladas que en su equivalencia, las bebidas se encuentran en un intervalo de 13.03-26.98 mM de Trolox, que en caso de la bebida BC, correspondiente al valor de 26.98 mM Trolox estaría casi triplicando la capacidad antioxidante de la bebida comercial más antioxidante de las analizadas en dicho estudio.

La formulación BC con mayor concentración de bugambilia fue la de mayor actividad antioxidante por el método de DPPH y fenoles totales. Esto corrobora el alto poder antioxidante reportado para esta flor ya que diversos estudios han demostrado la presencia de más de 30 compuestos que incluyen betacianinas, sus conjugados, betaxantinas y flavonoides (Heuer *et al.*, 1994; Maran, Priya y Vigna, 2015; Zhaidul, *et al.*, 2016)

A través del método FRAP, la bebida con mayor capacidad antioxidante fue BM cuyos ingredientes son cedrón, bugambilia, guayaba y mandarina. A pesar de que el análisis estadístico mostró diferencias significativas, los valores obtenidos son cercanos. La capacidad antioxidante determinada en esta bebida puede deberse al contenido de

cedrón, el cual contiene compuestos como fenilpropanoides y luteolina 7 diglucósido como principales antioxidantes (Abderrahim *et al.*, 2011). Para este método, es adecuado un antioxidante de absorción rápida (4-6 min) como el ácido cítrico; sin embargo, la absorción de polifenoles en medio acuoso se incrementa lentamente incluso después de varias horas como son los fenilpropanoides (Xu *et al.*, 2017).

Con este método el jugo de limón se reporta con resultados de 39.09 y 40.76 mg de $Fe^{2+}/100$ g y el café expreso 425.45mg $Fe^{2+}/100$ g (Halvorsen *et al.*, 2002 y Blomhoff, 2005), las bebidas alcanzan valores semejantes a un café expreso, y en comparación con un jugo de limón, que se asemeja más en cuanto a composición; los valores son hasta 10 veces mayor. Para las bebidas con bugambilia, la mezcla de ingredientes utilizada ha favorecido el contenido antioxidante, tal como lo refieren estudios en la combinación de varias plantas y frutas, ya que la evaluación individual de bugambilia, esta posee 43.5 mg AAE (Li *et al.*, 2011; Narayan *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2014).

9.5 Pruebas afectivas de las bebidas desarrolladas

9.5.1 Población

Las pruebas sensoriales se realizaron con una población pertenecientes a la comunidad académica de la UAEH. Se consideraron 3 grupos de acuerdo con el instituto de pertenencia ICBI, ICEA e ICSa. Así mismo, debido a que se pretende que las bebidas desarrolladas sean una alternativa de consumo para personas con sobrepeso u obesidad, se clasificó en los grupos siguientes: sin sobrepeso u obesidad (sin SOb) o con sobrepeso u obesidad (SOB); obteniendo los siguientes resultados de prevalencias (Figura 3).

De manera general, la población participante presentó una prevalencia de 42% de SOB y 58% sin SOB. La prevalencia más alta de SOB se observó en el ICEA (52%) mientras que la menor prevalencia se observó para la población del ICSa (29%). Estos resultados no se aproximan a reportados por la ENSANUT MC (2016) donde se menciona una prevalencia nacional del 72.5% de sobrepeso u obesidad, lo que puede diferir al ser adultos jóvenes miembros de la comunidad académica.

La prevalencia de SOb observada en este trabajo podría atribuirse al hecho de que los participantes de ICEA pertenecen a un estrato socioeconómico más alto que el resto de la población encuestada y a la vez, tienen mayor acceso a alimentos al estudiar carreras como Gastronomía y Turismo. La población de ICSa, al estar relacionada con licenciaturas del área de la salud, podría estar más consciente del cuidado de su salud a través de una ingesta adecuada de alimentos.

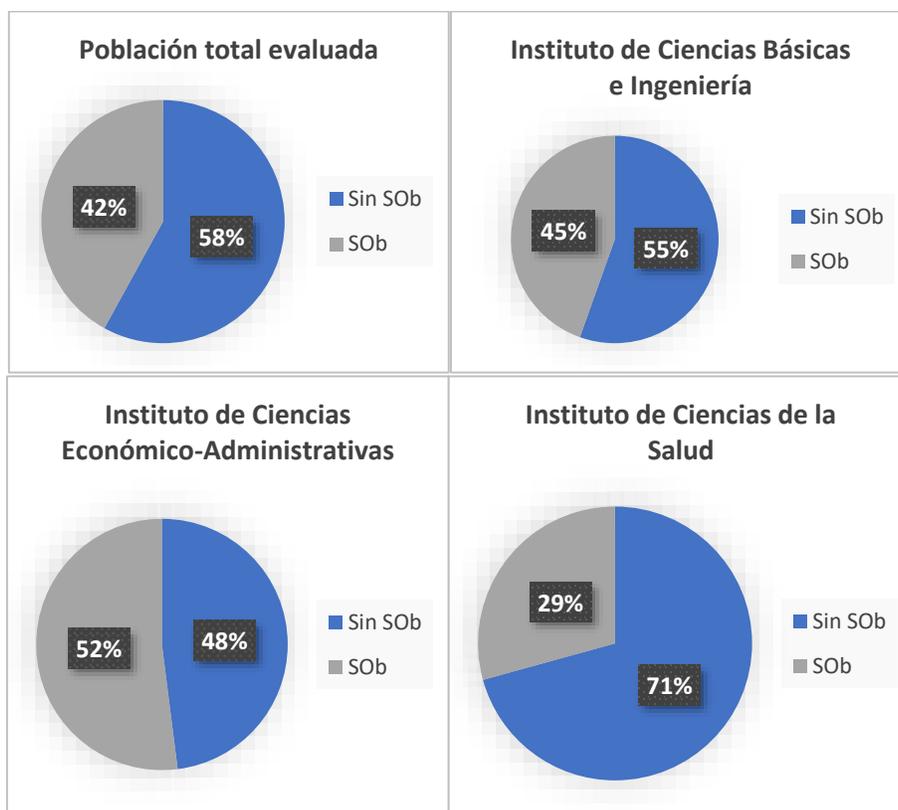


Figura 3. Prevalencias de la población estudiada: Sin sobrepeso u obesidad (Sin SOb) y con sobrepeso y obesidad (SOB)

9.5.2 Preferencia, nivel de agrado e intención de compra de las bebidas desarrolladas por parte de la población general

Con la finalidad de saber cuál de las bebidas desarrolladas era la preferida por la población encuestada, se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento. El análisis estadístico realizado (Kruskal Wallis $p < 0.05$), indicó que la bebida más preferida fue la correspondiente a la formulación BB, que contenía toronjil, manzanilla, naranja, fresa y piña; seguida de la formulación BM conteniendo cedrón, bugambilia, guayaba, mandarina y piña. Después la bebida BR, con toronjil, bugambilia, guayaba,

fresa y piña y finalmente, la bebida menos preferida fue la BC cuyos ingredientes eran toronjil, bugambilia y guayaba.

El toronjil es una planta aromática utilizada para preparar infusiones calientes con fines terapéuticos, aunque su uso no es tan extendido ni tan conocido como la manzanilla, menta, té limón, romero y tomillo (Moraes de Souza *et al.*, 2008; Kamiloglu *et al.*, 2016). La naranja y la piña son frutas aromáticas (Cárdenas, Arrazola y Villalpa, 2016) que contribuyen de manera importante en el sabor y olor de la bebida que las contiene. Lo anterior puede explicar la preferencia mostrada hacia la bebida codificada como BB.

En el caso de la bebida menos preferida (BC), aunque la guayaba posee numerosos compuestos volátiles responsables de su sabor y aroma característicos (Restrepo, Narváez y Restrepo, 2009; Chiari-Andreo *et al.*, 2017), la concentración utilizada pudo no haber sido suficiente para enmascarar el olor y sabor de la bugambilia y el toronjil, presentes en la formulación.

Prueba de nivel de agrado

El nivel de agrado mostrado por los atributos de sabor, color y olor de las bebidas desarrolladas, se observan en la figura 4 reflejando las medias obtenidas para cada una de las bebidas evaluadas. De acuerdo con el análisis estadístico realizado ($p < 0.05$) se encontró que, para el atributo de sabor, la bebida que presentó el mayor agrado (media 5.59) por parte de los evaluadores fue la codificada como BB. Este resultado coincide con la preferencia observada por esta bebida. Por el contrario, el sabor de la bebida BR fue el de menor agrado, con una media de 4.83, valor correspondiente al punto “Me disgusta poco” en la escala utilizada.

Los valores obtenidos muestran que el nivel de agrado por el sabor de las bebidas se encuentra justo por encima del punto de indiferencia o indecisión (5= No me gusta ni me disgusta). Esto podría ser explicado por el hecho de que los mexicanos, sin importar, edad, género o estrato socioeconómico, están habituados al consumo de bebidas dulces como refrescos, bebidas elaboradas con jugos de frutas, aguas frescas y jugos (Rivera *et al.*, 2008) Esto pudo haber provocado que las bebidas desarrolladas parecieran débiles en cuanto a este atributo ya que no contienen azúcares añadidos.

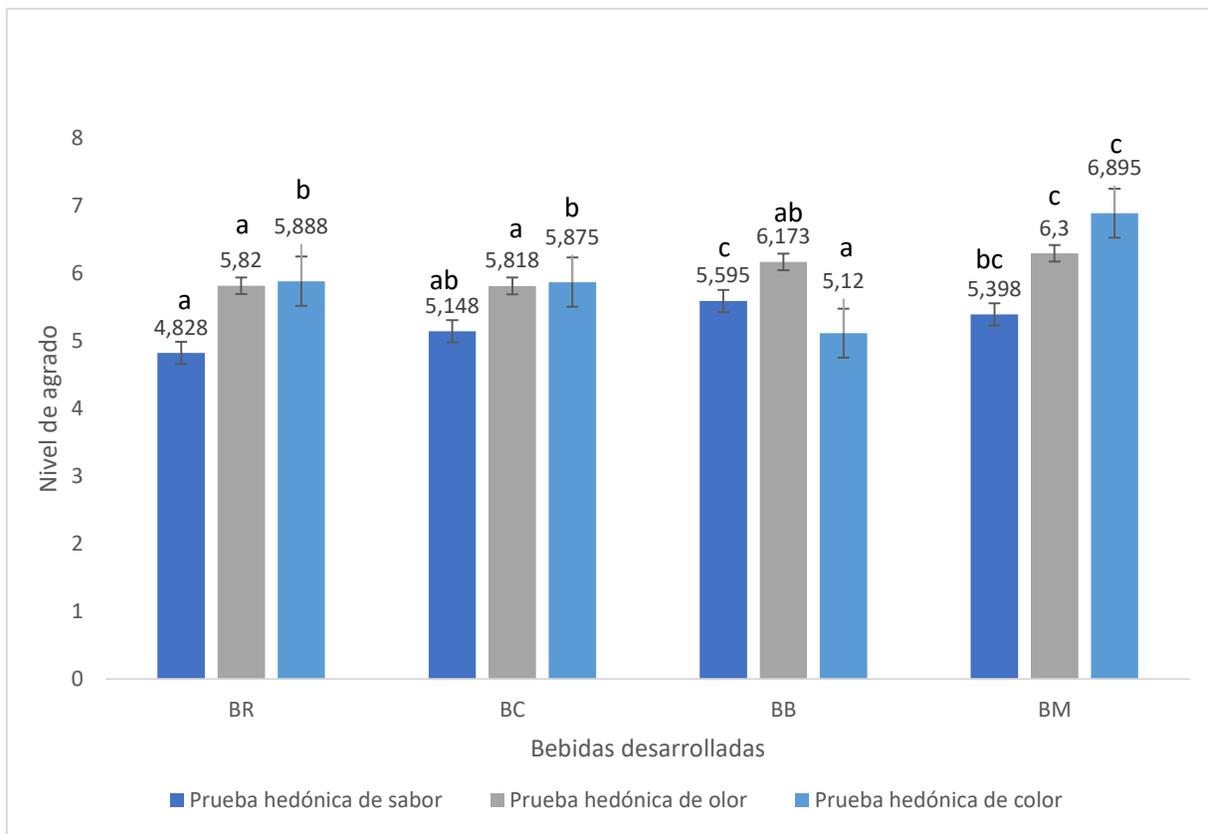


Figura 4. Nivel de agrado mostrado para el sabor, olor y color de las bebidas desarrolladas **BR, BC, BB, BM** indican bebidas desarrolladas.

Con respecto al olor, se observó que en general, fue mejor calificado que el sabor. La bebida BM con una media de 6.30, es la que más agradó en este atributo, lo cual podría atribuirse a los ingredientes frutales que posee ya que la mandarina y la guayaba son frutas muy conocidas, consumidas y poseen un elevado número de compuestos aromáticos (Ríos, 2013). Las bebidas con menor nivel de agrado en cuanto a su olor fueron las codificadas como BR y BC (media de 5.82 para ambas), lo cual pudo deberse a la contribución de las plantas utilizadas como ingredientes en estas formulaciones.

En cuanto al color, la bebida con mayor nivel de agrado fue la BM (media de 6.90) con una tonalidad violeta atribuida a la presencia de betacianinas provenientes de la bugambilia (Heuer *et al.*, 1994). El color de las bebidas BR y BC presentó el mismo nivel de agrado (media 5.8), ambas formulaciones también incluyen bugambilia; mientras que el color amarillo-naranja de la bebida codificada como BB fue el que

menos agradó a los participantes (esta formulación no contiene bugambilia en sus ingredientes).

Los atributos de sabor, olor y color de las bebidas desarrolladas si bien no fueron desagradables para los participantes tampoco alcanzaron valores de la escala correspondientes a “Me gusta mucho” o “Me gusta extremadamente”. Esto puede explicarse porque el olor percibido tenía notas frutales que pudieron haber provocado una alta expectativa (Coello, Díaz y Gómez, 2000; Vera, 2003) en cuanto al sabor de estas, la cual no se cumplía al probarlas. De igual modo, el color pudo haber contribuido con la creación de una asociación (Coello, Díaz y Gómez, 2000) con alguna fruta en particular cuyo sabor no fue encontrado al degustar las bebidas ya que el color fue impartido principalmente por la bugambilia.

Intención de compra

La prueba de intención de compra se realizó con la finalidad de inferir si las bebidas desarrolladas serían adquiridas para su consumo si existieran en el mercado y ofrecieran propiedades benéficas para la salud. Los resultados (Figura 5) (ANOVA post hoc Tukey $p < 0.05$) indican que la población encuestada no mostró una clara intención de comprar las bebidas desarrolladas ya que las 4 obtuvieron medias orientadas hacia el punto 4 de la escala conocido como punto de indiferencia o indecisión (“Tal vez sí, tal vez no la compraría”).

A pesar de los resultados obtenidos, estos pueden considerarse positivos ya que no hubo respuestas que reflejaran que los participantes no comprarían el producto. Se debe tomar en cuenta que la decisión de comprar o consumir un producto es multifactorial. Algunos de los factores que más influyen son el precio y el envase (Arboleda, 2008).

Debido al patrón poco saludable de consumo de bebidas azucaradas mostrado por la población mexicana, un Comité de expertos, emitió en 2008, recomendaciones sobre el consumo de bebidas donde la primera opción es el agua natural seguida de bebidas sin calorías o bajas en ellas. Las bebidas desarrolladas entran en esta categoría como una alternativa de bebida sana de acuerdo con este comité (Rivera *et al.*, 2008).

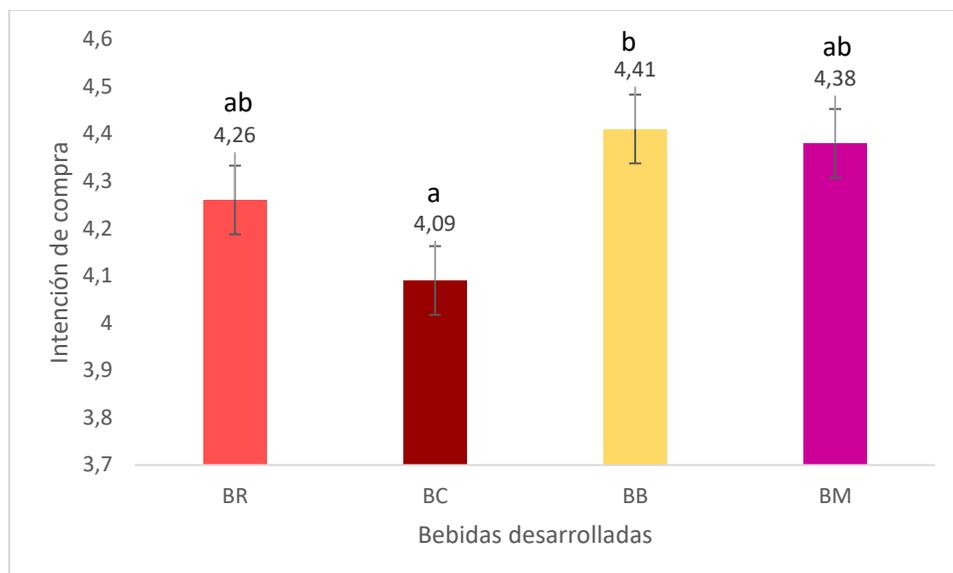


Figura 5. Evaluación de intención de compra para población general
BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas

9.5.3 Preferencia, nivel de agrado e intención de compra de las bebidas desarrolladas por institutos

En cuanto al nivel de agrado por los atributos analizados (Tabla 13), se observó que el color de la bebida BM fue el más agrado en los tres institutos, como ya se mencionó anteriormente esto se atribuye al color impartido por las betacianinas presentes en la bugambilia. Al contrario, el color que menos agrado en IC Sa e ICEA, fue el presentado por la bebida codificada como BB. En ICBI no se observaron diferencias significativas (Tabla 21 de Anexos) en el nivel de agrado por el color de las bebidas codificadas como BB, BC y BR.

Tabla 13. Resultados de la preferencia, nivel de agrado e intención de compra por instituto

	ICBI				IC Sa				ICEA			
	BM	BB	BC	BR	BM	BB	BC	BR	BM	BB	BC	BR
Preferencia	x	=	=	=	=	=	=	✓	x	=	=	✓
Nivel de agrado	Color	✓	=	=	=	✓	x	=	=	✓	x	=
	Olor	=	=	=	=	=	=	x	=	=	=	=
	Sabor	=	=	=	=	=	=	x	=	✓	=	x
Intención de compra	= (4.20-4.50)				= (4.12-4.39)				= (3.79)			

BR. Toronjil+Bugambilia+Guayaba+Fresa+Piña; BM. Cedrón+Bugambilia+Guayaba+Mandarina;

BC. Toronjil+Bugambilia+Guayaba; BB. Toronjil+Manzanilla+Naranja+Fresa+Piña

✓ Mayor nivel de agrado, = igual nivel de agrado, x menor nivel de agrado

Respecto al olor de las bebidas (Tabla 13), en ICBI e ICEA no se observó diferencia significativa (Tabla 21 de Anexos) en el nivel de agrado mostrado por este atributo para todas las bebidas desarrolladas. Contrario a lo anterior, en ICSa, el olor de la bebida BR fue el de menor agrado, mientras que no hubo diferencia significativa entre el agrado mostrado por el olor de BM, BB y BC. Lo anterior podría explicarse por la mayor variedad de ingredientes en la formulación e impartir un olor perceptible como no agradable para esta población en particular.

En relación con el sabor (Tabla 13), en ICBI, los participantes mostraron el mismo nivel de agrado por las 4 bebidas desarrolladas. En cambio, en ICSa e ICEA, se observó que BR fue la bebida de menor agrado y en ICEA, la bebida codificada como BB fue la de mayor agrado. La bebida BR incluye toronjil en mayor proporción entre sus ingredientes, por lo que es probable que esta planta imparta olor y sabor que resulten poco agradables y no reconocibles. En el caso de la bebida codificada como BB, ésta también contiene toronjil, pero otros ingredientes, como la naranja y la manzanilla podrían estar contribuyendo en el agrado mostrado por esta bebida ya que la naranja y la manzanilla son ingredientes muy conocidos y del agrado de la mayoría de los consumidores (Hassan *et al.*, 2017 y Suja *et al.*, 2017).

Concerniente a la intención de compra (Tabla 13), se observó que en ICBI, ICEA e ICSa no hubo diferencia significativa en las respuestas obtenidas (Tabla 21 de Anexos). En general, los valores observados se encuentran entre 4.1 y 4.5 que corresponde al punto de indiferencia o indecisión en la escala utilizada, excepto para la bebida BR que fue la única con valores que indicaron que los participantes “Probablemente no la comprarían”.

Diversos estudios (Rivera *et al.*, 2008; Malik *et al.*, 2010; Chapa *et al.*, 2015; INEGI, 2016) señalan que las bebidas más consumidas por la población entre 19 y 29 años son los refrescos (carbonatados y no carbonatados). Los participantes en las pruebas sensoriales pertenecen a ese rango de edad por lo que sus hábitos de consumo de bebidas pudieron haber influido en su indecisión por la compra de las bebidas desarrolladas.

9.5.4 Preferencia, nivel de agrado e intención de compra de las bebidas desarrolladas por población sin sobrepeso u obesidad (Sin SOb) y con sobrepeso u obesidad (SOB)

Los resultados obtenidos indican que, al igual que para la población en general, para la población sin sobrepeso, la bebida más preferida fue la codificada como BB (Tabla 14). No se observó diferencia significativa (Tabla 22 de Anexos) entre la preferencia mostrada para las bebidas BM, BC y BR por parte de este grupo de participantes.

Por su parte, la población con sobrepeso u obesidad no mostró preferencia significativa por las bebidas BM, BB y BR, siendo la BC la menos preferida (Tabla 15) este dato concuerda con lo observado para la población en general. De acuerdo con este resultado el peso no parece haber influido en la preferencia mostrada hacia las bebidas desarrolladas.

Tabla 14. Resultados de la preferencia, nivel de agrado e intención de compra por diagnóstico de IMC

	SOB				Sin SOB			
	BM	BB	BC	BR	BM	BB	BC	BR
Preferencia	=	=	x	=	=	✓	=	=
Nivel de agrado	✓	x	=	=	✓	=	=	=
Color	=	=	=	=	=	=	=	=
Olor	=	✓	=	x	=	✓	=	x
Sabor	=	=	=	=	=	=	=	=
Intención de compra	= (4.10-4.49)				= (4.09-4.35)			

BR. Toronjil+Bugambilia+Guayaba+Fresa+Piña; **BM.** Cedrón+Bugambilia+Guayaba+Mandarina;

BC. Toronjil+Bugambilia+Guayaba; **BB.** Toronjil+Manzanilla+Naranja+Fresa+Piña

✓ Mayor nivel de agrado, = igual nivel de agrado, x menor nivel de agrado

Las evaluaciones del nivel de agrado reflejaron que ambas poblaciones (SOB y Sin SOB) mostraron el mismo nivel de agrado para el sabor y el olor de todas las bebidas desarrolladas. En cuanto al color, se observó que la bebida BM fue la de mayor agrado para ambas poblaciones. La población con sobrepeso expresó un menor nivel de agrado hacia la bebida codificada como BB. Esta formulación no contiene bugambilia y presentó un color amarillento-café debido a la naturaleza de sus ingredientes.

En este estudio, el color de la bebida BM fue el único atributo que presentó el mayor nivel de agrado por parte de todos los participantes. Ni el instituto de procedencia ni la condición de peso influyeron en el agrado por este atributo. Lo anterior indica que la

bugambilia podría ser una excelente fuente de color para el desarrollo de bebidas de este tipo. Esta flor, además de color, es una fuente de compuestos con capacidad antioxidante que le conferirían propiedades bioactivas al producto final (Bhaskara *et al.*, 2015; Zhaidul, *et al.*, 2016).

Finalmente, para la intención de compra (Tabla 14), se observó que al igual que por institutos, no hubo diferencia significativa (Tabla 22 de Anexos) en las respuestas obtenidas por parte de las poblaciones con y sin sobrepeso u obesidad (medias entre 4.09 y 4.49). En general, no se observó una intención marcada hacia la compra de alguna de las bebidas desarrolladas. Esto podría mejorarse con mercadotecnia, resaltando el hecho de que no contienen calorías y sus propiedades benéficas.

9.6 Análisis de componentes principales del estudio

Para el caso de estudio, los resultados obtenidos de las pruebas de validación presentaron características adecuadas y se continuó a la interpretación de los valores

Tabla 15. Análisis de componentes principales

Componente número	Eigenvalor	% de varianza	% acumulado
1	2.591	32.384	32.384
2	1.842	23.026	55.409
3	1.087	13.585	68.995
4	0.728	9.101	78.095
5	0.537	6.712	84.808
6	0.527	6.587	91.394
7	0.352	4.395	95.790
8	0.337	4.210	100

KMO = 0.678

Chi²= 3298.153

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el ACP, se encontraron cuatro componentes que explican el 68.995% del fenómeno (Tabla 15) con un autovalor >1.0 (Figura 6), una vez elegidas las componentes se busca identificar el comportamiento de las variables en los conjuntos de bebidas encontrados.

9.6.1 Interpretación de componentes

Haciendo uso de la Tabla 16 de puntuaciones en las componentes se extrajeron las variables utilizando un método de rotación de normalización Varimax con Kaiser:

En el primer componente se encuentran las variables PPref, PHS y PIC con acción directa o positivas (0.438, 0.402 y 0.307, respectivamente). Este componente “Agrado de los jueces” se muestra la relación entre una calificación alta en el nivel de agrado de sabor, como son las bebidas BR y BB las cuales reciben mejor puntuación, así mismo son las más preferidas por los jueces y sus calificaciones en la prueba de intención de compra son más altas.

En el segundo componente las bebidas BR y BB forman parte del grupo, destacan las variables BX y CFenolesT (0.459 y 0.413, respectivamente), lo que indica que éstas que en su formulación contienen mayor variedad de frutas, su contenido de sólidos solubles es mayor a las demás y con un buen aporte de contenido fenólico, por el contrario, son aquel grupo de bebidas que tienen acción inversa con pH (-0.364), es decir son más ácidas. Bajo la etiqueta de “Influencia del contenido frutal”, la componente dos coincide con los resultados de las determinaciones químicas y de evaluación antioxidante correspondientes.

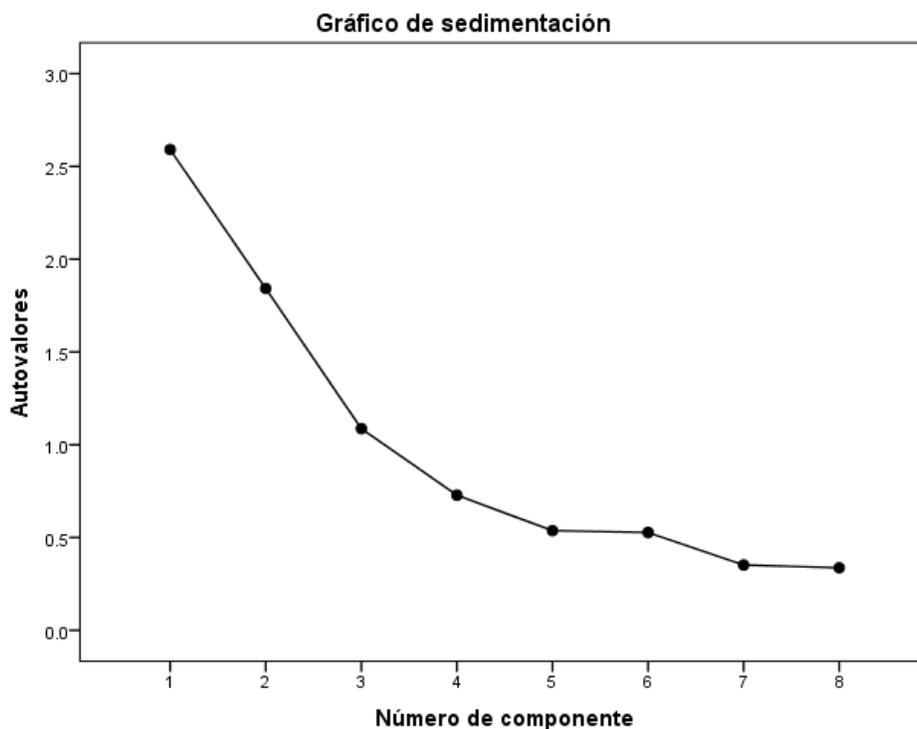


Figura 6. Gráfico de sedimentación de las componentes principales

Para ambos componentes, las bebidas BR y BB coinciden en cuanto a la preferencia, agrado de sabor e intención de compra coincidiendo con un mayor contenido de sólidos solubles, y pH bajos como lo que se orienta la industria de las BNA azucaradas. Se ha estudiado muy poco acerca de la influencia del sabor con el desarrollo de la obesidad o posteriori a esta, fenómeno que se está evaluando es mediante el valor de reforzamiento de los alimentos cuyo estímulo constante y aumentado de los alimentos dulces o de algún sabor en particular puede predecir la ingesta total de energía dependiendo del peso corporal. Así un peso corporal mayor exige una ingesta mayor cubriendo la cantidad calórica a productos con el mismo dulzor habitual (Popkin & Hawkes, 2016; Ariza, Sánchez-Pimienta y Rivera, 2018).

Tabla 16. *Peso de los componentes*

		Componente 1	Componente 2	Componente 3
Prueba de preferencia por ordenamiento	<i>PPref</i>	0.438	-0.020	-0.258
Prueba hedónica de sabor	<i>PHS</i>	0.402	0.010	-0.031
Prueba hedónica de olor	<i>PHO</i>	0.120	0.043	0.363
Prueba hedónica de color	<i>PHC</i>	-0.145	0.034	0.707
Prueba de intención de compra	<i>PIC</i>	0.307	0.047	0.121
Grados Brix	<i>BX</i>	-0.019	0.459	0.105
Valor potencial de hidrógeno	<i>pH</i>	-0.161	-0.364	0.264
Contenido fenólico total	<i>CFenolesT</i>	-0.061	0.413	0.148

Fuente: Elaboración propia

Para el grupo de bebidas BC y BM, que corresponde a la tercer componente “Agrado preliminar”, se encuentran las variables PHO, PHC y pH (0.363, 0.707 y 0.264) con una acción directa o positiva, lo que indica que el olor herbal y el color con tonalidades roja y violeta son las que más atraen al catador, siendo éstas con el valor de pH más alto; por otro lado con una menor preferencia (-0.258) por este conjunto de bebidas al degustarlas. Los resultados por individual se pueden observar en los apartados correspondientes de cada evaluación.

Para este componente los sentidos del olfato y la vista son los más relevantes. Se ha entendido a través de algunos estudios que, para el agrado de un alimento, en la

percepción del olfato se utiliza el sistema no homeostático conocido como alimentación hedónica (independiente del valor nutricional) utilizado para el aprecio de la palatabilidad (Lutter & Nestler, 2009). Algunos estudios han demostrado que frente a un alto IMC se pueden presentarse alteraciones en la función olfatoria con posible explicación directamente en el órgano sensorial o incluso a nivel neuronal (Valladares y Obregón, 2015).

Así mismo, la vista compromete al consumidor a una expectativa. Se ha estudiado que a medida que un color es más opaco, aumenta su aceptabilidad y que la artificialidad, el dulzor y la intensidad del sabor están relacionadas positivamente, debido a esto los colores rojos de las bebidas pudieron ser asociados con estas cualidades de sabor predisponiendo la búsqueda de ciertas características (Coello, Díaz y Gómez, 2000; Arboleda, 2008).

Tabla 17. Matriz de componentes rotados

		Componente 1	Componente 2	Componente 3
Prueba hedónica de sabor	<i>PHS</i>	0.858	-0.060	-0.177
Prueba de preferencia por ordenamiento	<i>PPref</i>	0.815	-0.080	-0.110
Prueba de intención de compra	<i>PIC</i>	0.726	0.002	0.327
Grados Brix	<i>BX</i>	-0.081	0.884	0.040
Contenido Fenólico Total	<i>CFenolesT</i>	-0.140	0.794	0.086
Valor potencial de hidrógeno	<i>pH</i>	-0.126	-0.734	0.350
Prueba hedónica de color	<i>PHC</i>	0.067	-0.048	0.886
Prueba hedónica de olor	<i>PHO</i>	0.453	-0.015	0.557

Fuente: Elaboración propia

Mediante el uso del análisis de componentes principales se ha podido encontrar interacciones (Tabla 17) entre las evaluaciones fisicoquímicas, de capacidad y contenido antioxidante, así como de la evaluación sensorial y explican el fenómeno entre las bebidas (Figura 7).

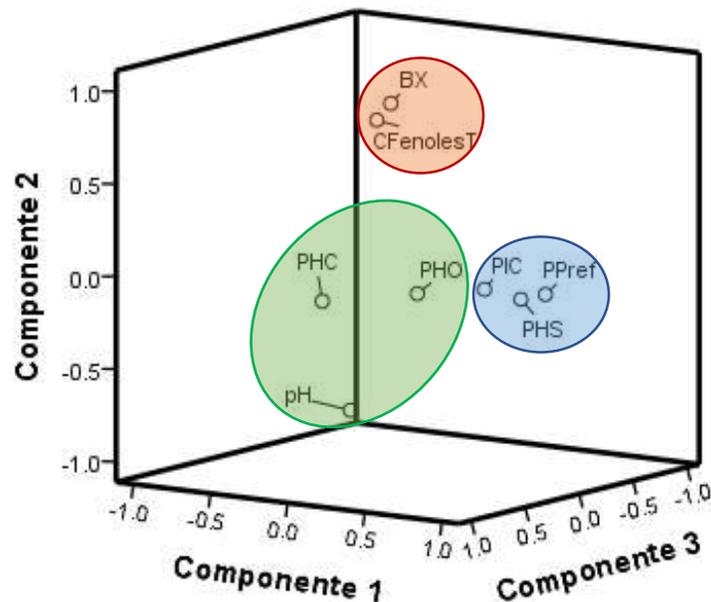


Figura 7. Diagrama de dispersión del análisis de componentes principales

Los factores relacionados con la percepción sensorial y riesgo de SOb se han identificado con un conjunto de alteraciones biológicas que se explican desde la respuesta metabólica y hedónica en la habituación elementos organolépticos condicionando la ingesta de alimentos con alta palatabilidad “savory” que modifica la percepción del gusto y la búsqueda de cierto tipo de características en el alimento; que junto con poliformismos y otros factores genéticos producen una respuesta al incremento en el consumo total de energía (Coello, Díaz y Gómez, 2000; Arboleda, 2008; Ariza, Valladares y Obregón, 2015; Sánchez-Pimienta y Rivera, 2018).

De estos, principalmente bebidas azucaradas cuyo contenido calórico es mayor y de fácil ingestión y absorción, así la frecuencia de consumo de éstos y otros productos altamente calóricos comienzan a tomar parte en el incremento del peso del sujeto que concluye en estados patológicos como sobrepeso y obesidad, además de resistencia a la insulina, hiperlipidemias, entre otras haciendo un ciclo consumo, habituación, alteración (Malik *et al.*, 2010a y b).

Debido a la complejidad y respuesta de una matriz de bebidas mixtas se ha ido evaluando el consumo de las bebidas saborizadas y funcionales que han sido añadidas con vitaminas, minerales, frutas o plantas. Mostrando una tendencia prometedora con el incremento anual de este tipo de alternativas de consumo (Colchero *et al.*, 2016). Además, en México se pretende que, las opciones en el mercado contribuyan a las políticas en salud que han sido implementadas en bebidas azucaradas y prevención y tratamiento de sobrepeso y obesidad, así como sus comorbilidades (Chapa *et al.*, 2015; Nakhimovsky *et al.*, 2016).

Se ha observado que la principal forma de ingesta de polifenoles es mediante las bebidas, por su fácil acceso, comodidad, sabor agradable y elevado contenido antioxidante. Últimamente en México se ha dado importancia al consumo de infusiones de plantas, flores y/o frutas, con el objetivo de beneficiar su salud a través de una bebida disponible en el mercado. Esto de acuerdo con los hallazgos de la actividad biológica de los polifenoles, que epidemiológicamente, estudios sugieren la asociación entre el consumo de éstos con la prevención y acción en diversas enfermedades asociadas al estrés oxidativo y estado proinflamatorio (cáncer, ECV, osteoporosis, metabolismo de lípidos, etc.) e interferir con los sistemas de detoxificación celular (Scalbert & Williamson, 2000; Muñoz-Velázquez, *et al.*, 2012; Navarro, Periago y García, 2017).



CONCLUSIONES

10

10. Conclusiones

*El desarrollo de una bebida baja en calorías y rica en antioxidantes fue factible, mediante la utilización de diversas combinaciones de plantas, flores y frutas. El consumo de las bebidas propuestas resulta una alternativa saludable a otras existentes en el mercado, que contribuiría a cubrir la ingesta diaria recomendada de antioxidantes sin elevar el aporte calórico.

*El color de la bebida más preferida, atribuido a los componentes de la bugambilia, fue el único atributo que mostró la misma tendencia de agrado en toda la población encuestada; ni el IMC ni el instituto de procedencia influenciaron las respuestas obtenidas. Por lo que la bugambilia es un ingrediente potencial para el desarrollo de bebidas con un color atractivo y con capacidad antioxidante.

*Dentro de las propiedades saludables de las bebidas desarrolladas, el bajo contenido calórico (<40 kcal/porción), muy bajo contenido de sodio (30 mg/porción), y alto contenido de fenoles totales que corresponden a una alta actividad antioxidante hacen una bebida de bienestar.

*No se observó influencia del sobrepeso u obesidad, en el nivel de agrado como en la intención de compra. La tendencia de consumo de bebidas azucaradas de la población evaluada tiene una influencia decisiva, ya que la ausencia de azúcares añadidos en las bebidas desarrolladas fue determinante en su respuesta.

* El análisis multivariado ACP explora los resultados encontrados de las evaluaciones realizadas y agrupa a las bebidas explicando los fenómenos de aceptación, agrado y valor nutricional, así como características fisicoquímicas. Las bebidas BB y BR fueron las más aceptadas por su contenido frutal, contenido de sólidos solubles y mayor acidez. Para BC y BM los atributos de color y olor fueron atractivos para el consumidor potencial, atribuidos a su contenido herbal y siendo estas las que poseen mayor contenido fenólico total y actividad antioxidante, sin embargo las menos preferidas.



REFERENCIAS

11

11. Referencias

- Abderrahim, F., Estrella, S., Susín, C., Arribas, S. M., González, M. C., & Condenzo-Hoyos, L. (2011). The Antioxidant Activity and Thermal Stability of Lemon Verbena (*Aloysia triphylla*) Infusion. *Journal of Medicinal Food*. 14(5): 517-527.
- Ansorena, A. D. (2000). Frutas y Frutos secos. En: *Alimentos: Composición y Propiedades*. (Ed.) Astiasarán, I., y Martínez, J. A. McGraw Hill – Interamericana de España, S. a. U., Madrid, España. pp: 191-211.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. (18th ed). Washington:USA.
- Apak, R., Guclu, K, Demirata, B., Ozyurek, M., Esin Celik, S., Bektasoglu, B., Isil, B., Ozyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*. 12: 1496-1547.
- Arboleda, A. A. M. (2008). Percepciones del color y de la forma de los empaques: una experiencia de aprendizaje. *Estudios Gerenciales*. 24(106): 31-45.
- Ariza, A.C., Sánchez-Pimienta, T.G., Rivera, J.A. (2018). Percepción del gusto como factor de riesgo para obesidad infantil. *Salud Pública de México*. 60(4): 472-478.
- Aruselvan, P., Hasfar A, AG., Govindarajan, K., Mohd F, AH., Muhammad S, AG., & Sharida, F. (2014). Antidiabetic therapeutics from natural source: A systematic review. *Biomedicine & Preventive Nutrition*. 4: 607-617.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. Edo.Mex., México. Ed. Mexicana.
- Barba, F.J., Mariutti, L.R.B., Bragagnolo, N., Mercadante, A.Z., Barbosa-Caánovas, G.V., & Orlie, V. (2017). Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after termal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Tecnology*. 67(2017): 195-206.

- Benzie, IF., & Strain, JJ. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem.* 239(1): 70-76.
- Bhaskara Rao, K. V., Nighi, H., Dipankar, D., Garima, D.Kumar, G., & Karthik, L. (2015). Phytochemical Profile, *In Vitro* Antioxidant Property and HPTLC Analysis of Methanol Extrac of *Bougainvillea glabra* (Nyctaginaceae). *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research.* 31(2): 235-241.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, ME., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* 22: 25-30.
- Bresciani, L., Calani, L., Cossu, M., Mena, P., Sayegh, M., Ray, S., & Del Río, D. (2015). (Poly)phenolic characterization of three food supplements containing 36 different fruits, vegetables and berries. *PharmaNutrition.* 3: 11-39.
- Blomhoff, R. (2005). Dietary antioxidants and cardiovascular disease. *Current Opinion in Lipidology.* 16: 47-54.
- Burns, R.A. (2011). Nomenclatura de los ácidos y sus sales. En: *Fundamentos de Química.* 5ta Ed. México, (ed.) Pearson. pp. 169-172.
- Cárdenas, G. d., Arrazola, G., y Villalba, M. (2016). Frutas tropicales fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad de Ingeniería.* 33: 29-40.
- Chapa-Cantú, J., Flores-Curiel, D., y Zúñiga-Valero, L. (2015). La industria de las bebidas no alcohólicas en México. Centro de Investigaciones Económicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: https://impuestosaludable.org/wp-content/uploads/2013/06/La-industria-de-las-bebidas-no-alcoh%C3%B3licas-en-m%C3%A9xico_vf_UANL.pdf
- Cheftel, J. C., Cheftel, H. y Bensaon, P. (1983). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.* Zaragoza, España. Editorial Acribia.
- Chen, IN., Chang, CC., Ng, CC., Wang, C-Y., Shyu, YT., & Chang, T-L. (2008). Antioxidant and Antimicrobial Activity of Zingiberaceae Plants in Taiwan. *Plant Foods Hum Nutr.* 63: 15–20.

- Chiari Anréo, B. G., Trovatti, E., Marto, J., José de Almeida-Cincotto, M. G., Melero, A., Correa, M. A., Aparecida-Chiavacci, L., Ribeiro, H., Garrigues, T., Borgues Isaac, V.L. (2017). Guava: phytochemical composition of potential source of antioxidants for cosmetic and/or dermatological applications. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 53(2): e16141.
- Cilla, A., Alegría, A., De Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Cano, M. P., Plaza, L., Clemente, G., Lagarda, M.J., & Barberá, R. (2012). Bioaccessibility of tocopherols, carotenoids, and ascorbic acid from milk- and soy-based fruit beverages: Influence of food matrix and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60(29): 7282-7290.
- Cilla, A., González-Sarrías, A., Tomás-Barberán, F. A, Espínm J. C. & Barberá, R. (2009). Availability of polyphenols in fruit beverages subjected to in vitro gastrointestinal digestion and their effects on poliferation, cell-cycle and apoptosis in human colon cancer Caco-2 cells. *Food Chemistry*. 114(1): 813-820.
- Cilla, A., Perales, S., Lagarda, M. J., Barberá, R., Clemente, G. & Farré, R. (2011). Influence of storage and in vitro gastrointestinal digestion on total antioxidant capacity of fruit beverages. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(1): 87-94.
- Coello García, M. T., Díaz Berciano, C., y Gómez Pestaña, N. (2000). Efectos del color en la aceptabilidad, artificialidad, dulzor e intensidad del sabor de bebidas lácteas. *Psicothema*. 12(2): 140-144.
- Colchero, M. A., Salgado, J. C., Unar-Munguía, M., Hernández-Ávila, M., y Rivera-Dommarco, J. A. (2015). Price elasticity of the demand for sugar sweetened beverages and soft drinks in México. *Economics and Human Biology*. 19: 129-137.
- Colchero, MA., Guerrero-López, CM., Molina, M., & Rivera, JA. (2016). Beverages Sales in Mexico before and after Implementation of a Sugar Sweetened Beverage Tax. *PLoS ONE*. 11(9): e0163463.
- Colchero, MA., Salgado, JC., Unar-Munguía, M., Molina, M., Ng, S., & Rivera-Dommarco, JA. (2015). Changes in Prices After an Excise Tax to Sweetened

Sugar Beverages Was Implemented in Mexico: Evidence from Urban Areas. *PLoS ONE*. 10(12): e0144408. doi:10.1371/journal.pone.0144408

- Comercio Internacional de las Naciones Unidas. (2016). Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Recuperado de: https://www.trademap.org/tradestat/Product_SelCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c484%7c%7c%7c%7cTOTAL%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1
Acceso: 21 de mayo de 2018.
- Coronado, H. M., Vega, L. A., Gutiérrez, T. R., Vázquez F. M., & Radilla, V. C. (2015). Antioxidants: present perspective for human health. *Revista Chilena de Nutrición*. 42(2): 206-2012.
- Dirección General de Planeación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (DGP UAEH). (2018). Anuario Estadístico 2017. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo. México. Recuperado de: <http://sgc.uaeh.edu.mx/planeacion/images/estadisticas/publicaciones/Anuario%202017%20web%20final.pdf>
Acceso: 30 de marzo de 2018
- Embuscado, ME. (2015). Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. *Journal of Functional Foods*. doi: 10.1016/j.jff.2015.03.005
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016). Informe final de resultados. Instituto Nacional de Salud Pública. Actualización: 31 de octubre de 2016. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
Acceso: 20 de mayo de 2018.
- Escobar-Blanco, M. (2010). Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F.
- Euromonitor International (2014). *Soft Drinks in Mexico*. Recuperado de: <https://www.euromonitor.com/soft-drinks-in-mexico/report>
Acceso: 10/02/2018
- Food and agricultura Organization (FAO). 1997. Beverages. Recuperado de: <http://www.fao.org/WAIRdocs/x5434e/x5434e0b.htm#7.beverages>.

Acceso: 10/02/2018.

- Fretes, F. (2010). Generalidades. En: *Plantas medicinales y aromáticas. Una alternativa de Producción Comercial. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)*. Paraguay. Sciscioli, A. Unidad de Comunicaciones del programa Paraguay Vende, Paraguay. pp: 7-15. Recuperado de: <http://online.upaep.mx/LPC/online/apa/APAimp.pdf>
- González-Aguilar, GA., González-Córdova, AF., Álvarez-Parrilla, E., García-Galindo, HS., y Vallejo-Cordoba, B. (2014). En: *Alimentos Funcionales: Un nuevo reto para la industria de alimentos*. 1ra Edición. México, D. F. (Ed). AGT Editor, S. A. pp: 58-311.
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., Wold, A.B., Haffner, K., Bougerod, H., Andersen, L.F., Mosakaug, O., Jacobs, DR Jr., Blomhoff, R. (2002). A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *The Journal of Nutrition*. 132(3): 461-471.
- Handa, S. S. (2008). An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. En: *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants Scientific*. (Ed). Handa, S. S., Khanuja, S. P. S. Longo, G. & Rakesh, D. D. United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, Trieste, Italy. pp: 21–52
- Hassan, I. M., Ibrahim, H. M., Fattah, A., & Hamed, A. (2017). *Citrus sinensis* and *Citrus aurantiifolia* Peel Extracts: Antibacterial, Antioxidant Activity and Total phenolic. *International Journal of Current Microbiology Applied Sciences*. 6(12): 3983-3998.
- Hervert-Hernández, D., & Goñi, I. (2011). Contribution of beverages to the intake of polyphenols and antioxidant capacity in obese women from rural Mexico. *Public Health Nutrition*. 15(1): 6-12.
- Heuer, S., Richter, S., Metzger, J. W., Wray, V., Nimtz, M., & Strack, D. (1994). Betacyanins from bracts of *Bougainvillea glabra*. *Phytochemistry*. 17(3): 761-767.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016) “Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH 2016)” [base de datos en línea]. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). (2019). Los Beneficios de la Jarra del Buen Beber. Disponible en: <https://www.gob.mx/issste/articulos/los-beneficios-de-la-jarra-del-buen-beber> Acceso: 10 de agosto de 2019.
- Jiménez-Taberné, M. (2017). *Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por su salud* (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Comillas. Madrid, España.
- Kamiloglu, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2016). Health Perspectives on Herbal Tea Infusions. *Recent Progress in Medicinal Plants: Phytotherapeutics*. 43(17): 353-368.
- Krieger, J. (2015). “Sugar-Sweetened Beverages Policies”. Reducing Sugary Drink Consumption, Action for Healthy Food. Recuperado de: <http://www.gih.org/files/AudioConf/2017-10-17-SSBTaxWebinar%20FINAL%20POSTED.pdf> Acceso: 02 de marzo de 2018.
- Lancheros-Suárez, V., González-Ariza, A.L. (2011). Estrategia de análisis de datos multivariados para caracterizar Miymes. *AVANCES Investigación en Ingeniería*. 14: 75-87.
- Li, A-N., Li, S., Li, H-B., Xu, D-P., Xu, X-R., & Chen, F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wildflowers. *Journal of Functional Foods*. 6: 319-330.
- Li, F., Bo.Tao, X., Ren-You, G., Yuan, Z., Ciang-Rong, X, En-Qin, X. & Hua-Bin, L. (2011). Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Herbal and Tea Infusions. *International Journal of Molecular Sciences*. 12: 2112-2124.
- Lutter, M., & Nestler, E. (2009). Homeostatic and hedonic signals interact in the regulation of food intake. *The Journal of Nutrition*. 139: 629-632.

- Malik, VS., Popkin, BM., Bray, GA., Després, JP., y Hu, FB. (2010a). Sugar Sweetened Beverages, Obesity, Type 2 Diabetes and Cardiovascular risk. *Circulation*. 121(11): 1356–1364.
- Malik, VS., Popkin, BM., Bray, GA., Després, JP., Willett, WC., & Hu, FB. (2010b). Sugar-Sweetened Beverages and Risk of Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes. A meta-analysis. *Diabetes Care*. 33: 2477-2483.
- Maran, J. P., Priya, B., & Vigna Nivetha, C. (2015). Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from *Bougainvillea glabra* flowers. *Industrial Crops and Products*. 63:182-189.
- Martínez, G. C., Pellerano, R. G., Del Vitto, L. A., Mazza, S. M., & Marchevsky, E. J. (2015). Mineral elements concentrations in aerial parts and infusions of *Margyricarpus pinnatus* (La.) Kuntze (Pearl fruit). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 20(3): 253-264.
- Martínez, T. E. (2015). Determinación de la composición fisicoquímica del capulín y su posible utilización como colorante natural con propiedades funcionales en la elaboración de productos alimenticios. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.
- Mercado-Mercado, G., de la Rosa Carrillo, L., Wall-Medrano, A., López Díaz, J. A., y Álvarez-Parrilla, E. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especies típicas consumidas en México. *Nutrición Hospitalaria*. 28(1): 36-46.
- Miraj, S., Kopaei, R., & Kiani, S. (2016). *Melissa officinalis* L: A Review Study with an Antioxidant Prospective. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*. 22(3): 385-394.
- Monckeberg, F. (2012). La sal es indispensable para la vida, ¿pero cuánta?. *Revista Chilena de Nutrición*. 39(4): 192-195.
- Moraes de Souza, R. A., Oldoni, T. L. C., Regitano-d'Arce, M. A. B., & Alencar, S. M. (2008). Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Herbal Infusions Consumed in Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 6(1): 41-47.
- Morales de León, J. C. (8 de junio de 2011). Análisis de los patrones de alimentación en México y la disponibilidad, consumo y aporte de los alimentos

adicionados. En: *Mercado de alimentos fortificados en México y su presencia en la dieta*. Conferencia llevada a cabo en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México, D.F.

- Mullen, W., Marks, S.C., & Crozier, A. (2007). Evaluation of Phenolic Compounds in Commercial Fruit Juices and Fruit Drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 3148-3157.
- Muñoz-Velázquez, E. E., Rivas-Díaz, K., Loarca-Piña, MG F., Mendoza-Diaz, S., Reynoso-Camacho, R., & Ramos-Gómez, M. (2012). Comparison of phenolic content, antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of commercial herbal infusions. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(3): 481-495.
- Musa, K. H., Abdullah, A., Jusoh, K., & Subramaniam, V. (2011). Antioxidant Activity of Pink-Flesh Guava (*Psidium guajava* L.): Effect of Extraction Techniques and Solvents. *Food Anal Methods*. 4:100-1007.
- Najari, M., & Jäger, AK. (2017). Review of antidiabetic fruits, vegetables, beverages, oils and spices commonly consumed in the diet. *Journal of Ethnopharmacology*. 201: 26-41.
- Nakhimovsky, S.S., Feigi, A.B., Avila, C., O'Sullivan, G., Macgregor-Skinner, E., & Spranca, M. (2016). Taxes on Sugar-Sweetened Beverages to Reduce Overweight and Obesity in Middle-Income Countries: A Systematic Review. *PLoS ONE*. 11(9): e0163358. doi:10.1371/journal.pone.0163358
- Narayan V, R., Kanchanlata, S., & Thankamani, M. (2012). Bougainvillea spectabilis, a Good source of antioxidant phytochemicals. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 3(3): 605-613.
- Navarro, I., Periago, M.J., García, F. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 21(4): 320-326.
- NOM-008-SSA3-2017, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. DOF: 18/05/2018. Recuperado de:
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5523105&fecha=18/05/2018
Acceso: 20 de junio de 2018.

- NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. DOF: 24/10/1994.
Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/086ssa14.html>
Acceso: 20 de junio de 2018.
- NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. DOF: 10/11/1995. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
Acceso: 20 de junio de 2018.
- NOM-110-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. DOF: 10/05/1995. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>
Acceso: 20 de junio de 2018.
- NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. DOF: 10/05/1995. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>
Acceso: 20 de junio de 2018.
- NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. DOF: 10/05/1995. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>
Acceso: 20 de junio de 2018.
- 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. DOF: 09/12/2011. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5233379&fecha=10/02/2012
Acceso: 20 de junio de 2018.
- Ovaskainen, ML., Törrönen, R., Koponen, JM., Sinkko, H., Hellström, J., Reinivuo, H., Mattila, P. (2008). Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish adults. *The Journal of Nutrition*. 138(3): 562–6.

- Özgen, M., Serçe, S., Gündüz, F., Yen, F., Kafkas, E., & Paydas, S. (2007). Determining Total Phenolics and Antioxidant Activity of Selected *Fragaria* Genotypes. *Asian Journal of Chemistry*. 19(7): 5573-5581.
- Padrón-Pereira, C.A., Padrón-León, G.M., Montes-Hernández, A., y Oropeza-González, R. (2010). Determinación del color en epicarpio de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración. *Agronomía Costarricense*. 36(1): 97-111.
- Pérez-López, C. (2004). Análisis de componentes principales. En: *Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS*. 1ra Edición. Madrid, España. (Ed) Pearson educación. pp. 121-154.
- Pisoschi, A. M., Cheregi, M. C., & Danet, A. F. (2009). Total Antioxidant Capacity of Some Commercial Fruit Juices: Electrochemical and Spectrophotometrical Approaches. *Molecules*. 14: 480-493.
- Pisoschi, A. M., Pop, a., Cimpeanu, C., & Predoi, G. (2016). Antioxidant Capacity Determination in Plants and Plant-Derived Products: A Review. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016: 1-36.
- Popkin, BM., & Hawkes, C. (2016). The Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends and policy responses for diabetes prevention. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 4(2): 174–186. doi:10.1016/S2213-8587(15)00419-2.
- Porras, L. A. P., y López, M. A. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 3(1): 121-134.
- Posada, J. M., Pineda, S. V., y Agudelo, O. G. M. (2003). Los antioxidantes de los alimentos y su relación con las enfermedades. Recuperado de: http://chocolatecorona.com.co/docs/libro_antioxidantes.pdf. Acceso: 15/02/2009.
- Pszczola, D. (2005). Making fortification functional. *Food Technology*. 59(4): 44-61.
- Ramírez-Godínez, J., Jaimez-Ordaz, J., Añorve-Morga, J., Salazar-Pereda, V., Castañeda-Ovando, A., González-Olivares, G. y Contreras-López, E. (2016). Determinación de Actividad Antioxidante en Extractos Acuosa de Cedrón

(*Aloysia triphylla*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1(1): 824-829.

- Real Academia Española [RAE]. (2018). Bebida. En: *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de: <http://buscon.rae.es/>
- Restrepo, D., Narváez, C., y Restrepo, L. (2009). Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en Vélez- Santander, Colombia. *Artigo*. 32(6): 1517–1522
- Ríos García, D. A, (2013). Química de alimentos de frutas tropicales. (Tesis de Ingeniería). Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Rivera, J. A., Muñoz-Hernández, O., Rosas-Peralta, M., Aguilar-Salinas, C. A., Popkin, B. M., y Willet, W. C. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*. 65: 208-237.
- Rodríguez, C. M., García, F. M. S., López, R. M., y Simal, G. J. (2001). Bebidas enriquecidas con vitaminas antioxidantes: aspectos legales y estudio de su etiquetado nutricional. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 3(3): 173-179.
- Rodríguez-Roque, M. J., Rojas-Grau, M. A., Elez-Martínez, P. & Martín-Belloso, O. (2013). Changes in Vitamin C, phenolic, and carotenoid profiles throughout in vitro gastrointestinal digestion of a blended fruit juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(8): 1859-1857.
- Santini, A., Tenore, GC., & Novellino, E. (2017). Nutraceuticals: A paradigm of proactive medicine. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 96: 53-61.
- Scalbert, A., & Williamson, G. (2008). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of Nutrition*. 138(8S Suppl): 207S-85S.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2011). Monitor Agroeconómico. Hidalgo. Recuperado de: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.sagarpa.mx/agronegocios/Documents/MonitorNacionalMacro_nv.pdf
Acceso: 03 de junio de 2018.
- Secretaría de Salud. Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, DOF: 18/01/1988.

Recuperado de:

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmcsaeps.html>

Acceso: 05 de mayo de 2018.

- Statista, The Statistics Portal. (2018). Annual consumption of non-alcoholic beverages in Mexico from 2011 to 2021 (in billion liters). Recuperado de: <https://www.statista.com/statistics/724102/non-alcoholic-beverage-consumption-mexico/>
- Stern, D., Piernas, C., Barquera, S., Rivera, J.A., & Popkin, B.M. (2014). Caloric Beverages Were Major Sources of Energy among Children and Adults in Mexico, 1999-2012. *The Journal of Nutrition*: 949-956. doi:10.3945/jn.114.190652
- Suja, D., Bupesh, G., Nivya, R., Mohan, V., Ramasamy, P., Muthiah, NS., Aril, E., Meenakumari, K., Prabu, K. (2017). Phytochemical Screening, Antioxidant, Antibacterial Activities of *Citrus Limon* and *Citrus Sinesis* Peel Extracts. *International Journal of Pharmacognosy Chinese Medicine*. 1(2): 1-7.
- Tiscornia, M.V., Heredia-Blonval, K., Allemandi, L., Blanco-Metzler, A., Ponce, M., Montero-Campos, M.A., Castronuovo, L., Schoj, V. (2017). Contenido de azúcares en bebidas no alcohólicas comercializadas en Argentina y Costa Rica. *Revista Argentina de Salud Pública*. 8(30): 20-25.
- Thinglink. (2019). Fuze tea. Recuperado de: <https://www.thinglink.com/scene/1141416954871939073?buttonSource=viewLimits> Acceso: 10 de mayo de 2019.
- Tresserra-Rimbau, A., Medina-Remón, A., Pérez-Jiménez, J., Martínez-González, MA., Covas, MI., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Gómez-Gracia, E., Lapetra, J., Arós, E., Fiol, M., Ros, E., Serra-Majem, L., Pintó, X., Muñoz, MA., Saez, GT., Ruiz-Gutiérrez, V., Warnberg, J., Estruch, R., Lamuela-Raventós, RM. (2013). Dietary intake and major food sources of polyphenols in Spanish population at high cardiovascular risk: the PREDIMED study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 23(10): 953-9.

- Valladares-Vega, M. y Obregón-Rivas, AM. (2015). Asociación de la sensibilidad olfatoria con la ingesta energética: rol en el desarrollo de la obesidad. *Nutrición Hospitalaria*. 32(6): 2385-2389.
- Vera-Tudela, A. R. (2003). Infusiones heladas como bebidas alternativas en el mercado nacional (Tesis de grado). Universidad de Piura, Perú.
- Wang, Y., Qian, J, Cao, J., Wang, D., Liu, C., Yang, R., Li, X., Sun, C. (2017). Antioxidant Capacity, Anticancer Ability and Flavonoids Composition of 35 Citrus (*Citrus reticulata* Blanco) Varieties. *Molecules*. 22(1114): 1-20.
- Xu, DP., Li, Y., Meng, X., Zhou, Y., Zheng, J., Zhang, JJ., Li, HB. (2017). Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *International Journal of Molecular Sciences*. 18(1): 1-32.
- Yuris, A., & Siow, L-F. (2014). A Comparative Study of the Antioxidant Properties of Three Pinnacle (*Ananas comosus* L.) Varieties. *Journal of Food Studies*. 3(1): 40-56.
- Zahidul, I., Tanvir, H., Foysal, H., Mir, SA., & Mohammad, AK. (2016). In-vitro antioxidant and antimicrobial activity of Bougainvillea glabra flower. *Research Journal of Medicinal Plants*. 10: 228-236.
- Zulueta, A., Esteve, M. J., Frasquet, I., & Frígola, A. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*. 103(4): 1365-1374.



ANEXOS

12

12. Anexos

Anexo 1. Metodología para la evaluación microbiológica de las bebidas

En condiciones de esterilidad y procurando tomar partes representativas de los productos, se midieron 10 mL de muestra en bolsas de plástico con 90 mL de diluyente de peptona estéril (dilución 10^{-1}), mismas que se homogenizaron de forma manual durante 3 minutos (a falta de un homogenizador peristáltico). Las diluciones decimales restantes se realizaron tomando y transfiriendo 1 mL de la dilución anterior (en este caso 10^{-1}) a un tubo de ensayo con 9 mL de diluyente de peptona utilizando un vortex para homogenizar el contenido de los tubos, esta operación se repitió hasta obtener las diluciones deseadas (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-4}) y una siembra directa, que se seleccionaron con base al número de UFC observado en ensayos preliminares.

La siembra por vaciado en placa se realizó inoculando (por duplicado) cajas de Petri con un 1 mL de las diluciones preparadas y 15 mL aprox. de medio de cultivo mantenido a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ que se homogenizaron mediante una serie movimientos descritos en la normativa con el fin de incorporar el inóculo en el medio, también se incluyeron cajas sin inóculo como testigo de esterilidad. Las cajas se dejaron solidificar a temperatura ambiente y se incubaron en posición invertida (la tapa hacia abajo). Las condiciones de tiempo, temperatura y medio de cultivo dependen del grupo de microorganismo estudiado y se muestran en la Tabla 9. En el caso de los coliformes totales después de que el medio está completamente solidificado en la caja, se vierten aproximadamente 4 mL del medio RVBA a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en la superficie del medio inoculado y se dejará que solidifique para ser incubado.

Tabla 18. *Condiciones de trabajo para el análisis microbiológico*

Grupo indicador	Tiempo de incubación	T° de incubación	Medio de cultivo
Mesófilos aerobios	48 ± 2 h	$35 \pm 2^{\circ}\text{C}$	Agar para métodos estándar
Hongos y levaduras	3 y 5 días	$25 \pm 1^{\circ}\text{C}$	Agar papa - dextrosa
Coliformes totales	24 ± 2 h	$35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	Agar rojo violeta bilis

Anexo 2. Determinación de Sodio (Na) por método ICP AES

- **Limpieza del material**

El material utilizado (vasos, matraces volumétricos, recipientes para guardar los estándares, etc.), se lavó con agua desionizada y se dejó en contacto con HNO₃ al 5 % durante 8 horas, realizándose al final enjuagues con agua desionizada.

- **Preparación de la curva de calibración**

Primero se realizó una curva de calibración a partir de una solución madre a una concentración de 1 mg/L, preparándose 5 estándares en un intervalo de trabajo comprendido entre 1-10 ppm. Estos estándares se introdujeron a un espectrofotómetro de emisión atómica con fuente de plasma de acoplamiento inductivo utilizando un flujo de argón (PerkinElmer Optima 8x00 series mod. 8000) donde se les dio lectura.

- **Tratamiento y lectura de la muestra**

La metodología utilizada se basó en la reportada como EPA 3052 “microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices” (EPA, 1996), se midieron 0.25 mL de muestra libre de grasa y humedad (por triplicado), se colocaron en vasos de teflón modelo HP500 de CEM, y donde se les adicionó 10 mL de HNO₃ concentrado. Las muestras se digitaron en un sistema de reacción acelerada por microondas en un equipo modelo “MARS X” CEM®. El equipo trabajó con 3 rampas de temperatura, la primera y segunda para la digestión de materia orgánica, y van desde la T_{amb} hasta 165°C durante 5.5 minutos, y de 165°C a 180°C durante 4.5 min respectivamente con un límite de presión de 300 psi, la tercera rampa permite el enfriamiento de las muestras. Una vez completada la digestión y las muestras se enrasaron a un volumen de 50 mL.

Para finalizar, las muestras se introdujeron bajo las mismas condiciones que los estándares, realizándose la cuantificación de sodio en las muestras por interpolación de la ecuación de la recta obtenida de aplicar la regresión lineal de los valores de la curva de calibración.

Anexo 3 Procedimiento de evaluación antropométrica

Talla

Instrumento: Estadímetro montado en pared (SECA 216).

Técnica: El estadímetro se colocó en una pared lisa, sin bordes. El paciente se colocó en bipedestación, sin zapatos ni adornos, con los talones unidos a los ejes longitudinales de ambos pies, formando entre si un ángulo de 45°. Los brazos colgaban libre y naturalmente a lo largo del cuerpo, la cabeza se mantuvo de manera que el plano de Frankfort se conservó horizontal.

Peso

Instrumento: Báscula eléctrica portátil (SECA onda 843)

Técnica: La báscula se colocó en el suelo estable y liso, se encendió el instrumento hasta que marcara 0.0., se pidió al escolar que se quitara los zapatos y se montara encima de la báscula en el centro de ella. Se pidió que no se moviera y mirara hacia adelante manteniendo los brazos a cada lado de su cuerpo esperando hasta que se tomara el dato y posteriormente bajarse.

Anexo 4 Ficha de cata de Evaluación sensorial de bebidas

Folio: _____



Licenciatura en Nutrición

Edad: _____ Ocupación: _____ Sexo: H M

Producto: Bebida

PRUEBA DE PREFERENCIA

Instrucciones

Frente a usted hay 4 bebidas. Pruébelas de izquierda a derecha y ordénelas colocando el código en el recuadro de acuerdo con su preferencia en cuanto al sabor del producto. Donde 1 es la menos preferida y 4 la más preferida.

1	2	3	4

PRUEBA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS

Instrucciones

A continuación, vuelva a probar las 4 bebidas de izquierda a derecha e indique el nivel de agrado o desagrado de cada atributo especificado, escribiendo el código de la muestra debajo de la calificación correspondiente, una o más muestras pueden tener la misma calificación.

	Me disgusta extremadamente 1	2	3	4	No me gusta, ni me disgusta 5	6	7	8	Me gusta extremadamente 9
Sabor									
Olor									
Color									

Folio: _____

PRUEBA DE INTENCIÓN DE COMPRA

Instrucciones

Si una o varias de las bebidas estuvieran en el mercado, y considerando que son cero calorías y tienen propiedades antioxidantes. ¿Cuál sería su intención de compra? Coloque el código de la muestra de bajo del recuadro correspondiente, puede colocar más de un código en un recuadro.

Definitivamente no la(s) compraría	Ne la(s) compraría	Probablemente no la(s) compraría	Tal vez sí, tal vez no la(s) compraría	Probablemente sí la(s) compraría	Sí la(s) compraría	Definitivamente sí la(s) compraría

¡Muchas gracias!

Figura 8. Ficha de cata utilizada de la evaluación sensorial de las bebidas desarrolladas

Anexo 5 Estadística aplicada a la evaluación sensorial

Tabla 19. Análisis descriptivo

Población	Diagnóstico de IMC	
	Sin SOb	SOB
400 n		
Moda: 19 años	232 n	168 n
Media: 21.1 ± 4.11	58%	42%
Sexo		
Hombre		
163 n	91 n	72 n
40.8%	55.8%	44.2%
Mujer		
237 n	141 n	96 n
59.3%	59.5%	40.5%
Instituto		
ICBI		
110 n	61 n	49 n
27.5%	55.5%	44.5%
ICEA		
150 n	72 n	78 n
37.5%	48%	52%
ICSa		
140 n	99 n	41 n
35%	70.7%	29.3%

Tabla 20. Análisis de varianza entre muestras, población general

PARÁMETRO	Prueba hedónica de sabor	Prueba hedónica de color	Prueba hedónica de olor	Prueba de intención de compra
F	9.570	46.341	5.661	2.942
P	0.000	0.000	0.001	0.032
R ²	0.018	0.080	0.011	0.006
R ² CORREGIDA	0.016	0.078	0.009	0.004
ERROR TÍPICO	0.107	0.107	0.103	0.083
MUESTRA				
BR	4.83 ^a ± 2.27	5.87 ^b ± 1.96	5.82 ^a ± 1.97	4.26 ^{ab} ± 1.65
BC	5.15 ^{ab} ± 1.99	5.89 ^b ± 1.01	5.82 ^a ± 2.07	4.09 ^a ± 1.63
BB	5.60 ^c ± 2.09	5.12 ^a ± 2.19	6.17 ^{ab} ± 2.00	4.41 ^b ± 1.61
BM	5.40 ^{bc} ± 2.21	6.90 ^c ± 2.23	6.30 ^b ± 2.19	4.38 ^{ab} ± 1.73

BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas. **Media ± desviación estándar**; Letras en superíndices ^{a,b,c} diferentes indican diferencia significativa por prueba de Tukey $p < 0.05$

Tabla 21. Análisis de varianza entre muestras, por instituto

PARÁMETRO		Prueba hedónica de sabor	Prueba hedónica de color	Prueba hedónica de olor	Prueba de intención de compra
F		0.765	55.299	1.599	0.736
P		0.514	0.000	0.189	0.531
R ²		0.005	0.080	0.011	0.005
R ² corregida		-0.002	0.074	0.004	-0.002
Error típico		0.284	0.281	0.279	0.214
MUESTRA					
ICBI n=110	BR	5.01 ^a ± 2.17	5.34 ^a ± 1.73	5.97 ^a ± 2.16	4.42 ^a ± 1.47
	BC	5.39 ^a ± 1.90	5.95 ^a ± 2.11	5.75 ^a ± 1.98	4.56 ^a ± 1.67
	BB	5.30 ^a ± 1.90	5.37 ^a ± 2.09	6.24 ^a ± 1.82	4.42 ^a ± 1.52
	BM	5.10 ^a ± 2.42	6.85 ^b ± 2.36	6.28 ^a ± 2.29	4.25 ^a ± 1.70
PARÁMETRO		Prueba hedónica de sabor	Prueba hedónica de color	Prueba hedónica de olor	Prueba de intención de compra
F		5.886	25.441	0.870	2.316
P		0.001	0.000	0.456	0.075
R ²		0.029	0.114	0.004	0.012
R ² corregida		0.024	0.109	-0.001	0.007
Error típico		0.237	0.237	0.234	0.184
MUESTRA					
ICEA n=150	BR	4.96 ^a ± 2.20	6.17 ^b ± 1.98	6.17 ^a ± 1.90	4.14 ^a ± 1.55
	BC	5.27 ^{ab} ± 1.85	5.83 ^b ± 1.83	5.97 ^a ± 2.01	4.17 ^a ± 1.58
	BB	5.91 ^c ± 2.02	4.99 ^a ± 2.11	6.27 ^a ± 1.95	4.52 ^a ± 1.48
	BM	5.58 ^{bc} ± 2.11	7.03 ^c ± 2.28	6.33 ^a ± 2.23	4.47 ^a ± 1.75
PARÁMETRO		Prueba hedónica de sabor	Prueba hedónica de color	Prueba hedónica de olor	Prueba de intención de compra
F		6.046	13.605	5.462	3.100
P		0.000	0.000	0.001	0.026
R ²		0.032	0.068	0.029	0.016
R ² corregida		0.026	0.063	0.023	0.011
Error típico		0.268	0.270	0.248	0.210
MUESTRA					
ICSa n=140	BR	4.54 ^a ± 2.41	6.02 ^b ± 2.17	5.34 ^a ± 2.10	3.79 ^a ± 1.77
	BC	4.82 ^{ab} ± 2.15	5.86 ^b ± 1.98	5.71 ^{ab} ± 1.92	4.12 ^{ab} ± 1.71
	BB	5.49 ^b ± 2.27	5.06 ^a ± 2.34	6.02 ^b ± 2.17	4.29 ^{ab} ± 1.81
	BM	5.44 ^b ± 2.13	6.78 ^c ± 2.49	6.29 ^b ± 2.09	4.39 ^c ± 1.74

BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas. **Media ± desviación estándar**; Letras en superíndices en filas indican diferencia significativa por prueba de Tukey $p < 0.05$.

Tabla 22. Análisis de varianza entre muestras, por diagnóstico de IMC

PARÁMETRO		Prueba hedónica de sabor	Prueba hedónica de color	Prueba hedónica de olor	Prueba de intención de compra
F		3.472	18.068	2.749	1.276
P		0.016	0.000	0.042	0.281
R ²		0.011	0.055	0.009	0.004
R ² corregida		0.008	0.052	0.006	0.001
Error típico		0.141	0.199	0.197	0.155
MUESTRA					
Sin SOb n=232	BR	4.82 ^a ± 2.26	5.81 ^a ± 2.03	5.78 ^a ± 2.10	4.09 ^a ± 1.65
	BC	5.27 ^{ab} ± 2.00	5.80 ^a ± 1.95	5.70 ^a ± 1.97	4.28 ^a ± 1.65
	BB	5.41 ^b ± 2.08	5.34 ^a ± 2.18	6.03 ^a ± 2.07	4.35 ^a ± 1.61
	BM	5.33 ^{ab} ± 2.20	6.76 ^b ± 2.39	6.20 ^a ± 2.31	4.34 ^a ± 1.74
PARÁMETRO		Prueba hedónica de sabor	Prueba hedónica de color	Prueba hedónica de olor	Prueba de intención de compra
F		8.187	31.608	3.264	1.882
P		0.000	0.000	0.021	0.131
R ²		0.035	0.124	0.014	0.008
R ² corregida		0.031	0.120	0.010	0.004
Error típico		0.233	0.232	0.216	0.180
MUESTRA					
SOB n=168	BR	4.83 ^a ± 2.29	6.00 ^b ± 1.99	5.89 ^a ± 1.97	4.11 ^a ± 1.62
	BC	4.98 ^{ab} ± 1.96	5.98 ^b ± 1.98	5.98 ^a ± 2.04	4.24 ^a ± 1.64
	BB	5.86 ^c ± 2.08	4.82 ^a ± 2.18	6.37 ^a ± 1.87	4.49 ^a ± 1.61
	BM	5.49 ^{bc} ± 2.20	7.08 ^c ± 2.34	6.43 ^a ± 2.01	4.43 ^a ± 1.72

BR, BC, BB, BM indican bebidas desarrolladas. **Media ± desviación estándar**; Letras en superíndices en filas indican diferencia significativa por prueba de Tukey $p < 0.05$,