



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE QUÍMICA

ESTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y DEL COLOR
DE UNA BEBIDA DE JENGIBRE-ZARZAMORA

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA:
BRYAN GARCÍA ÁLVAREZ

DIRECTORES:
DR. JUAN RAMIREZ GODINEZ
DRA. ELIZABETH CONTRERAS LÓPEZ

MINERAL DE LA REFORMA, HGO. NOVIEMBRE, 2018.



Mineral de la Reforma, Hgo., a 18 de octubre de 2018

Número de control: ICBI-D/627/2018
 Asunto: Autorización de impresión.

M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO
 DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Por este medio le comunico que el Jurado asignado al Pasante de Licenciatura en Química en Alimentos Bryan Garcia Álvarez, quien presenta el trabajo de titulación "Estabilidad de la actividad antioxidante y de color de una bebida de jengibre-zarzamora" después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación firman de conformidad los integrantes del Jurado:

- PRESIDENTE: Dra. Elizabeth Contreras López
- PRIMER VOCAL: Dr. Juan Ramirez Godínez
- SEGUNDO VOCAL: M.T.E. María Elena Martínez Román
- TERCER VOCAL: Q.A. Juan Francisco Gutiérrez Rodríguez
- SECRETARIO: Dra. Judith Jaimez Ordaz
- PRIMER SUPLENTE: Dr. Luis Guillermo González Olivares
- SEGUNDO SUPLENTE: M. en Q. Emmanuel Pérez Escalante

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
 "Amor, Orden y Progreso"

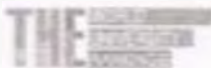
Dr. Oscar Rodolfo Suárez Castro
 Director del ICBI



OPCS/SEPC

Ciudad del Carbón,
 Carretera Federal Toluca-Hidalgo km 4.5 Carretera
 Carbón-Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
 México C.P. 42154
 Teléfono: +52 (52) 77 32 19 44 3231
 Fax: 3158
 dirección: icbi@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx



AGRADECIMIENTOS

A mi padre Gabriel Garcia Huicochea y a mi madre María del Pilar Álvarez Rodríguez por haberme brindado amor, felicidad, confianza y alegría; por los sacrificios y esfuerzos que hicieron por mí para verme salir adelante, por todas las enseñanzas que me dieron durante mi vida.

A mis directores de tesis, Dr. Juan Ramírez Godínez y Dra. Elizabeth Contreras López por su paciencia, apoyo y dirección del presente trabajo.

A mi tutor, Dr. Giaan Arturo Álvarez Romero por instruirme a lo largo de la licenciatura, por su amabilidad y consideración.

A Tania Hernández Sánchez, por su colaboración en el presente trabajo.

Agradezco también a mis amigos Martin, Mauricio y Víctor, por apoyarme en cualquier situación, escucharme cuando lo necesitaba y motivarme a seguir mi camino sin arrepentimientos.

A mi pareja Lorena que siempre se mantuvo a mi lado mostrando su apoyo incondicional ante cualquier adversidad, llenándome de positividad para hacer las cosas y no dejar que me rindiera.

A los docentes que me formaron durante todo este tiempo de la carrera como licenciado sobre todo a: Dr. Javier Añorve Morga, Dra. Araceli Castañeda Ovando, Dra. Ma. Elena Páez Hernández y Dr. Yucundo Mendoza Tolentino, por su experiencia, conocimiento y confiar en que era bueno haciendo lo que hago.

A todas las personas en general que cruzaron su camino con el mío debido a que de ellos pude aprender cosas diferentes todo este tiempo.

Índice General

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Bebidas	4
2.1.1 Definición.....	4
2.1.2 Clasificación.....	5
2.1.3 El consumo de bebidas en México	6
2.2 Antioxidantes	7
2.2.1 Clasificación.....	7
2.2.2 Antioxidantes en plantas.....	10
2.3 Radicales libres	12
2.4 Fuentes naturales de antioxidantes	12
2.4.1 Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>).....	12
2.4.1.1 Descripción del rizoma y distribución geográfica	12
2.4.1.2 Composición química de <i>Zingiber officinale</i>	14
2.4.1.3 Usos del jengibre	15
2.4.2 Zarzamora (<i>Rubus spp</i>).....	15
2.4.2.1 Descripción del fruto y distribución geográfica	16
2.4.2.2 Composición química de la zarzamora.....	18
2.4.2.3 Propiedades medicinales de la zarzamora	19
3. OBJETIVOS	21
3.1 General	21
3.2 Específicos	21
4. HIPÓTESIS	23
5. JUSTIFICACIÓN	23
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
7. MATERIALES Y MÉTODOS	27
7.1 Materia prima.....	27
7.2 Elaboración de formulaciones.....	27
7.2.1 Bebida de jengibre (BJ)	27
7.2.2 Bebida de jengibre-zarzamora (BJ-Z)	28
7.3 Estudio cinético para la determinación de la estabilidad.....	28

7.3.1 Sólidos Solubles Totales (SST).....	29
7.3.2 Acidez titulable.	29
7.3.3 pH.....	29
7.3.4 Color.....	29
7.4 Actividad antioxidante.....	30
7.4.1 Método de radical libre DPPH•	30
7.4.2 Método del Poder Antioxidante del Hierro Reducido (FRAP por sus siglas en inglés).	31
7.5 Determinación de fenoles totales por el Método Folin & Ciocalteu's	31
7.6 Análisis Microbiológico	32
7.6.1 Mesófilos aerobios.....	32
7.6.2 Mohos y levaduras.....	33
7.6.3 Coliformes totales	34
7.7 Análisis Bromatológico e información nutrimental	34
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
8.1 Formulacion final de la bebida jengibre-zarzamora (BJ-Z)	36
8.2 Resultados del estudio cinético realizado	38
8.2.1 Bebida de jengibre (BJ)	38
8.2.2 Bebida de jengibre y zarzamora (BJ-Z)	39
8.2.3 Determinación del color	42
8.3 Resultados de la actividad antioxidante en las bebidas de jengibre (BJ) y jengibre-zarzamora (BJ-Z)	43
8.4 Análisis Microbiológico	46
8.5 Análisis bromatológico e información nutrimental	48
9. CONCLUSIONES.....	52
10. REFERENCIAS	54

1. INTRODUCCIÓN

Los antioxidantes son compuestos químicos que se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias evitando así, daños tisulares al organismo, que de otra forma pueden provocar alteraciones fisiológicas importantes derivando en diversas enfermedades tales como cáncer, problemas cardiovasculares, entre otras.

Al respecto, diversas investigaciones han mostrado a los antioxidantes como potenciadores de la salud. Su utilización constante, ya sea a través de los alimentos o de suplementos ricos en estos compuestos, supone entre otras cosas la prevención de enfermedades crónicas y no transmisibles. De ahí la importancia del consumo de alimentos con un alto contenido de sustancias antioxidantes como las frutas, vegetales y diversas plantas.

Es en este sentido, que en los últimos años el jengibre ha cobrado importancia debido a las propiedades benéficas que presenta, muchas de ellas atribuidas a sus propiedades antioxidantes. Entre los compuestos responsables de dicha actividad se encuentran terpenoides, entre los más abundantes están los sesquiterpenos y monoterpenos, principales responsables del olor. Además, en la fracción no volátil y responsable de la pungencia, se han identificado gingeroles, shogaoles y zingeronas. Algunos estudios señalan al jengibre como un alimento funcional.

Por todo esto, en este trabajo se pretende estudiar la estabilidad de una bebida a base de jengibre y zarzamora, con la finalidad de conocer si la capacidad antioxidante de la bebida atribuida a componentes del jengibre y de la zarzamora, permanece durante el almacenamiento de la misma. Con ello se pretende proponer una alternativa de consumo del jengibre y de la zarzamora, cuyas propiedades benéficas podrían ser de interés para los consumidores.

2 Antecedentes



2. ANTECEDENTES

2.1 Bebidas

El hombre, para vivir, requiere de satisfacer sus necesidades primarias, una de las cuales es la de mitigar la sed. Aun cuando la simple agua natural cumple esta misión, no es de extrañar que uno de los primeros descubrimientos de la humanidad fuera precisamente el observar que, de cualquier tubérculo, fruto o producto de la naturaleza, una vez macerado se podría obtener una solución apta para consumo humano (Berruecos, 2007).

2.1.1 Definición

Una bebida se define como cualquier líquido, natural o transformado, que proporcione al organismo elementos para su nutrición (NOM-218-SSA1-2011). Se incluyen los productos elaborados por la disolución en agua para uso y consumo humano en donde se puede se les disminuyen, eliminan o adicionan uno a más nutrimentos, tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales, fibras dietéticas, adicionados o no de aditivos y que pueden estar o no carbonatadas (Ley General de Salud, 2009).

Cuando se habla de bebidas se hace referencia principalmente a aquellos productos que suponen cierta elaboración como lo pueden ser las bebidas gaseosas, los jugos, las infusiones o las bebidas alcohólicas. Sin embargo, como el agua potable es consumida como bebida, la misma puede entrar fácilmente dentro de esta categoría (Bembibre, 2011).

El concepto de bebida se relaciona directamente con una de las necesidades primarias que es el consumo constante de líquidos para la hidratación, también para realización de diversos procesos metabólicos en el organismo.

2.1.2 Clasificación

La Ley General de Salud (2009) clasifica a las bebidas de la siguiente manera:

- 1. Bebida no alcohólica:** cualquier líquido, natural o transformado, que proporcione al organismo elementos para su nutrición (art. 215). Incluye la fabricación de jarabes de bebidas refrescantes; el embotellado y enlatado de agua y bebidas refrescantes; embotellado, enlatado y envasado en cajas de jugos de frutas; la industria del café y la industria del té e infusiones.
- 2. Bebidas alcohólicas:** aquellas que contengan alcohol etílico en una proporción de 2% y hasta 55% en volumen. Cualquiera otra que contenga una proporción mayor no podrá comercializarse como bebida (art. 217).

El mercado para bebidas está dividido en dos categorías, alcohólicas y no alcohólicas (Fig. 1).

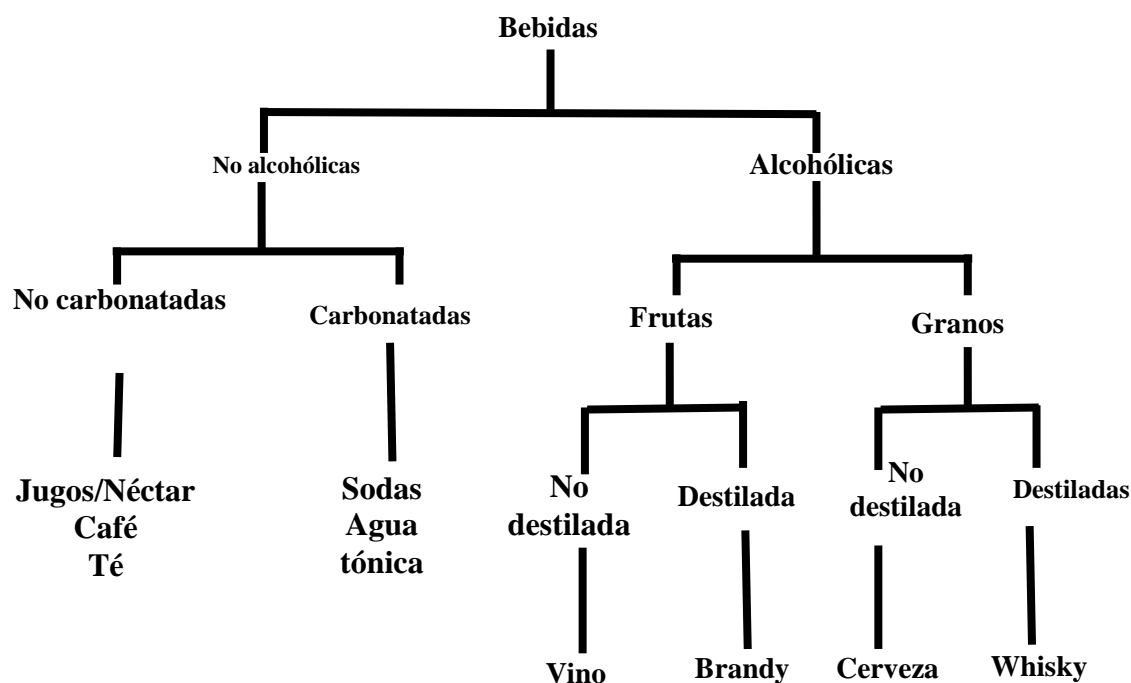


Figura 1. Clasificación de bebidas

Fuente: FAO, 2017

2.1.3 El consumo de bebidas en México

Una parte importante del gasto de los hogares en México se destina a la compra de alimentos y bebidas. De acuerdo con la información más reciente de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), en el año 2014 los hogares del país gastaron una media de 106,027 pesos para adquirir diversos bienes y servicios. La mayor parte de estos recursos (cerca del 70%) se destinaron a la adquisición de bienes y servicios entre los que destaca la alimentación con el 34.1% (Chapa, Flores & Zúñiga, 2015).

Las bebidas tienen un peso importante dentro del gasto que los hogares efectúan en alimentos y bebidas no alcohólicas. De acuerdo con los datos de la ENIGH 2014, los hogares del país destinaron 2,250 pesos anuales en promedio para adquirir bebidas no alcohólicas que se consumen en el hogar, lo que representa casi un 7.8% del total del rubro alimentos y bebidas (Chapa, Flores & Zúñiga, 2015).

Las bebidas más consumidas en los hogares del país son los refrescos, el agua (tanto natural como mineral) y los jugos (Figura 2). Además, vale la pena destacar que el consumo de refrescos representa poco más de la mitad del gasto que los hogares hacen en bebidas no alcohólicas (Chapa, Flores & Zúñiga, 2015).

En la actualidad los hábitos de los consumidores están cambiando; ya que actualmente los refrescos son percibidos como productos con alto contenido de azúcar y que su consumo excesivo ha generado la aparición de enfermedades como la diabetes. Por ello, la industria de alimentos requiere de productos que los consumidores perciban como saludables y bajos en calorías o bien al uso de materias primas que además de aportar un sabor agradable y un bajo contenido calórico incluya dentro de su formulación compuestos que ayuden o prevengan la aparición de enfermedades, tal es el caso de los antioxidantes.

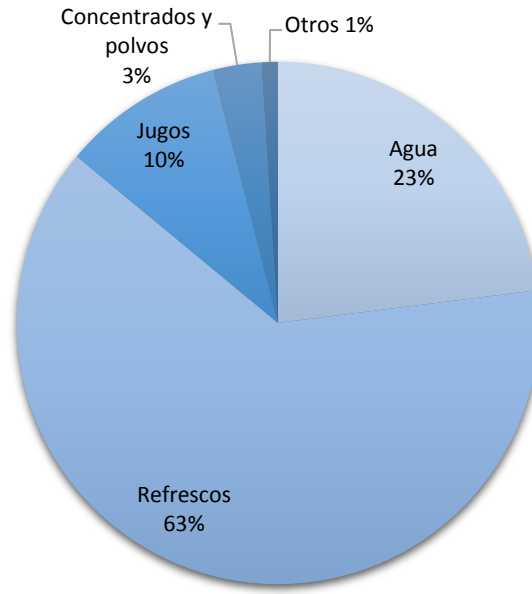


Figura 2. Consumo de bebidas no alcohólicas en México
 Fuente: Chapa, Flores & Zúñiga, 2015

2.2 Antioxidantes

Son sustancias que retardan o inhiben la oxidación de sustratos susceptibles a las especies reactivas del oxígeno ya que donan sus hidrógenos a estas, de manera que protegen las células contra el daño de los radicales libres (Faría *et al.*, 2007). Los antioxidantes tienen diferentes mecanismos de acción; unos impiden la formación de radicales libres o especies reactivas (sistema de prevención), inhiben la acción de los radicales libres (sistema barredor) y favorecen la reparación y reconstitución de las estructuras biológicas (sistema de reparación) (Halliwell, 1999).

2.2.1 Clasificación

Existen diferentes clasificaciones de antioxidantes, una de ellas se relaciona con su origen y se dividen en:

1. Sintéticos: los compuestos más representativos de esta familia son los de tipo fenólico, como el 2-terbutil-hidroxianisol (BHA), 2-terbutil-hidroxitolueno (BHT) y ter-butilhidroquinona (TBHQ) (Fig. 3).

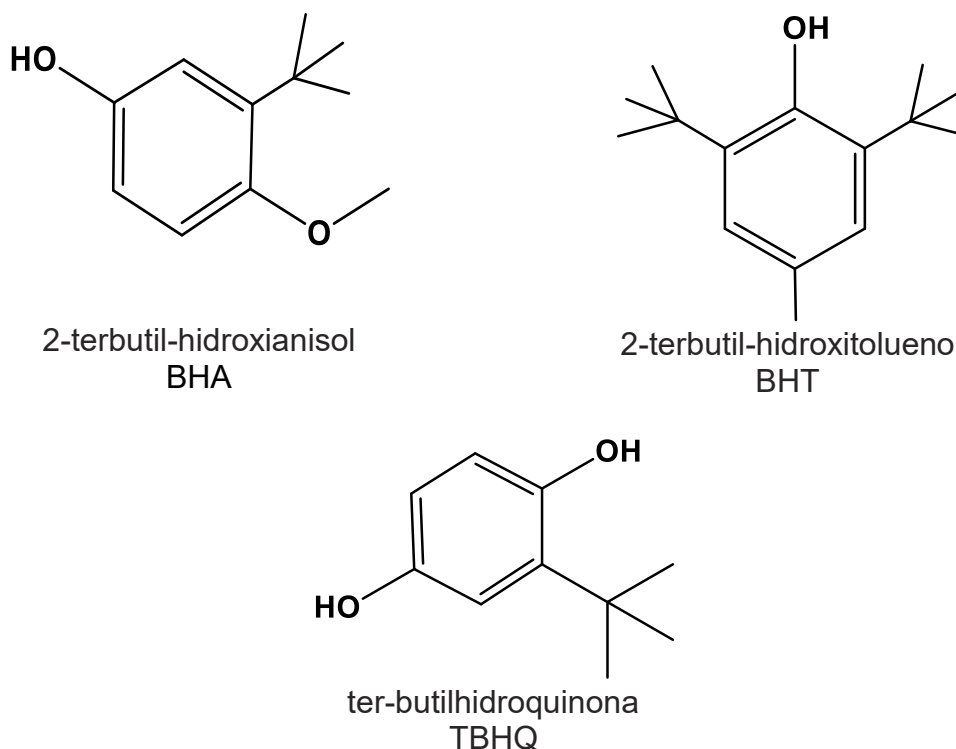


Figura 3. Estructuras de antioxidantes sintéticos (BHA, BHT y TBHQ)

2. Naturales: sustancias presentes en plantas, microorganismos y hongos; sobresalen por su abundancia los polifenoles (flavonoides y taninos), terpenos y algunas vitaminas (Mesa *et al.*, 2010).

a) Polifenoles: tienen un núcleo bencénico que soporta un grupo hidroxilo (Fig. 4). Se suelen unir a azúcares para formar heterósidos pero también se pueden encontrar libres. Además de tener actividad antioxidante, poseen actividad antiinflamatoria, antioxidativa, quimioprotectora, neuroprotectora, reguladora de la glucosa, moderadora del metabolismo de lípidos, entre otras (Lini *et al.*, 2011).

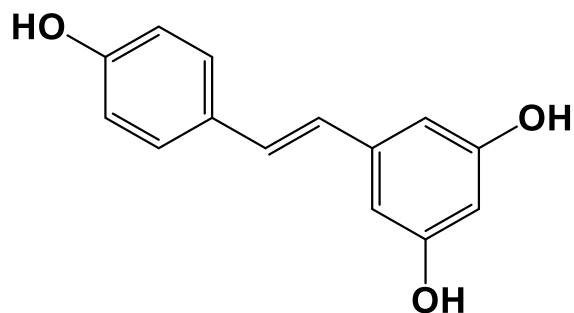


Figura 4. Estructura química de un polifenol

Se encuentran en soya, espinacas, lechuga, coles, brócoli, arándanos, grosellas negras y rojas, cerezas, manzanas y todas las frutas de color rojo constituyen una buena fuente de fitoprotectores (Aguilera *et al.*, 2009).

b) Terpenos: están formados por polimerización del isopreno (Fig.5). En este grupo son abundantes las xantofilas y carotenos, pigmentos vegetales amarillos y anaranjados, respectivamente.

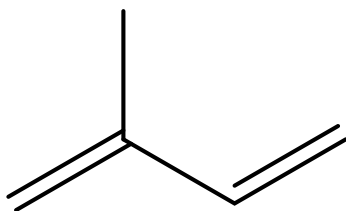
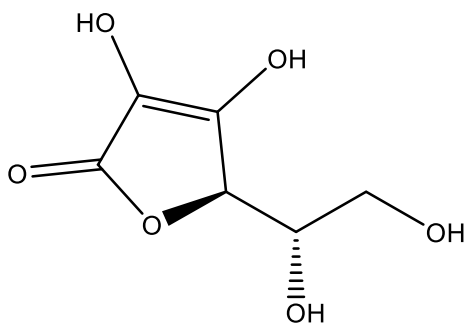
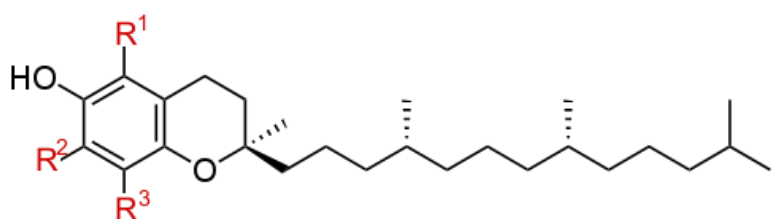


Figura 5. Estructura de un terpeno (isopreno)

c) Vitaminas: dentro de este grupo se incluyen las vitaminas C, E, y los carotenoides (Fig. 6). La vitamina C constituye el antioxidante hidrosoluble más abundante en sangre, mientras que la vitamina E es el antioxidante lipofílico mayoritario. Estas se encuentran en aceites vegetales, germen de trigo, cacahuates, carnes, pollo, pescados, frutas y hortalizas (Schroder *et al.*, 2001).



Vitamina C



R ¹	R ²	R ³	Nomenclatura
CH ₃	CH ₃	CH ₃	α-tocoferol
CH ₃	H	CH ₃	β-tocoferol
H	CH ₃	CH ₃	γ-tocoferol
H	H	CH ₃	δ-tocoferol

Vitamina E

Figura 6. Estructura de las vitaminas C y E

2.2.2 Antioxidantes en plantas

Los antioxidantes endógenos o antioxidantes que ingresan a través de la cadena alimentaria, pueden encontrarse de forma natural en plantas. Algunos de los principales son vitamina E, vitamina C, β-caroteno, flavonoides, licopeno, entre otros. También es necesario incorporar a la dieta los oligoelementos como Zn, Mg, Fe, Se, etc. encontrados en plantas, pues forman parte del núcleo activo de las enzimas antioxidantes (García *et al*, 2001).

México posee una gran diversidad de plantas útiles para el hombre: plantas que producen medicinas, combustibles, vestimenta, refugio o satisfacen necesidades culturales. En el ámbito mundial, con respecto al número de especies de plantas, nuestro país ocupa el quinto lugar, y se estiman alrededor de 7000 especies con algún tipo de uso. La validación química, farmacológica y bioquímica solo se ha

llevado a cabo en un 5% de las especies; esto marca un campo de estudio importante (Schlaepfer & Mendoza, 2010).

Debido a que el número de plantas que actualmente se ha investigado no es muy amplio, motivo por el cual la ciencia tiene como campo de investigación la extracción y caracterización de metabolitos secundarios que poseen propiedades, anticancerígenas, citotóxicas, antibacterianas, antifúngicas, antiprotozoarias, antiinflamatorias y antioxidantes (Gil, Gómez & Trejos, 2009). Algunas de las plantas que se han utilizado como parte de la medicina tradicional mexicana se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Plantas utilizadas en la medicina tradicional mexicana

Nombre común	Nombre científico y familia	Nombre común	Nombre científico y familia
Achual o achuale	<i>Simsia amplexicaulis</i> (cav.) Pers. Asteraceae	Gordolobo	<i>Gnaphalium</i> spp Asteraceae
Ajo	<i>Allium sativum</i> L. Amaryllidaceae	Hierbabuena	<i>Mentha x piperita</i> L. Lamiaceae
Ajenjo	<i>Artemisia laciniata</i> Willd. Asteraceae	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. Fabaceae
Albahacar	<i>Ocimum basilicum</i> L. Lamiaceae	Muicle	<i>Justicia spicigera</i> Schltl. Acanthaceae
Alcanfor	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Siebold	Oreja de ratón	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & bonpl. ex Willd. convolvulaceae
Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i> cass. Asteraceae	Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Lamiaceae
Bugambilia	<i>Bougainvillea glabra</i> choisy Nyctaginaceae	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i> L. rutaceae
Capulín	<i>Prunus serotina</i> Ehrh. rosaceae	Salvia real	<i>Buddleja perfoliata</i> Kunth Scrophulariaceae
Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i> royle Verbenaceae	Toronjil	<i>Agastache mexicana</i> (Kunth) Lint & Eplig Lamiaceae
Cola de caballo	<i>Equisetum</i> spp Equisetaceae	Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex. rutaceae
Cola de zorrillo o gualda	<i>Reseda luteola</i> L. resedaceae	Zoapatle	<i>Montanoa tomentosa</i> cerv. Asteraceae
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg. Asteraceae	Zábila	<i>Aloe vera</i> (L.) burm. f. Xanthorrhoeaceae

Fuente: Ávila *et al.*, 2016

2.3 Radicales libres

Se consideran radicales libres (RL) a aquellas moléculas que en su estructura presentan un electrón desapareado. Esta configuración ocasiona su inestabilidad, provocando una mayor reactividad. Por ello, una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula que se lo cede se convierte en un RL, lo que genera una reacción en cadena que perjudica a biomoléculas, membranas celulares y tejidos (Finkel & Holbrook, 2000).

Entre los factores que se asocian a la presencia de RL se encuentran los ambientales y el tipo de alimentación, ya que una dieta en la que se incluya el consumo de aceites vegetales hidrogenados (margarina) y ácidos grasos trans (grasas de carne y leche) provocará en las personas una mayor presencia de RL (Finkel & Holbrook, 2000). Sin embargo, en alimentos de origen vegetal (frutas, hortalizas y especias) se han identificado una serie de compuestos biológicamente activos (antioxidantes) que al ser consumidos generan un efecto protector en el organismo.

2.4 Fuentes naturales de antioxidantes

2.4.1 Jengibre (*Zingiber officinale*)

El jengibre (*Zingiber officinale*) es una planta perenne perteneciente a la familia Zingiberaceae. La familia de la que procede cuenta con más de 24 géneros y unas 300 especies (Acuña & Torres, 2010). De éstas, alrededor de 20, pertenecen al género *Zingiber* (Sharrif & Haddad, 2012).

2.4.1.1 Descripción del rizoma y distribución geográfica

El rizoma es horizontal, ramificado, carnoso, aromático. Presenta tonalidades que van del color blanco al amarillento o marrón. Su tallo es grueso y frondoso de

aproximadamente unos 60 cm de alto. Las hojas son puntiagudas y estrechas de 20 cm de largo por 2 cm de ancho (Ross, 2005; Kumar *et al.*, 2011).

La parte utilizada del jengibre son los rizomas, los cuales crecen horizontalmente, de color cenizo por fuera y blanco amarillento por dentro (Chiluiza & Ulloa, 2005; Kumar *et al.*, 2011). Son tallos monopodiales, carnosos y aromáticos que pueden llegar a medir hasta 50 cm de largo y están constituidos por tres partes esenciales: corcho, región cortical y cilindro central (Figura 7).

El jengibre es nativo del sur de Asia, sin embargo, actualmente está distribuido por todo el mundo principalmente en las zonas de los trópicos y subtrópicos (Ross, 2005). Crece en condiciones cálidas y húmedas (Kumar *et al.*, 2011) por lo que se cultiva en zonas de África, India, Brasil y Jamaica. Mientras que, en China se produce especialmente en las regiones centrales y meridionales (Ross, 2005). La India es el mayor productor de jengibre con el 50 % de la cosecha mundial (Kumar *et al.*, 2011). Sin embargo, las variedades más caras y de mejor calidad provienen de Australia, India y Jamaica y las más comercializadas provienen de China y Perú (Orellana, 2004).



Figura 7. Planta de jengibre (*Zingiber officinale R.*)

Fuente: Orellana, 2004

2.4.1.2 Composición química de *Zingiber officinale*

Los constituyentes del jengibre son numerosos y varían dependiendo del lugar de origen, variedad, composición del suelo, condiciones de cultivo, estado de madurez, presentación del rizoma (si es fresco o seco), diferencias en las técnicas de cultivo y recolección o por distintas condiciones climáticas afectando considerablemente la composición química (Tabla 2) (Ali *et al.*, 2008).

Tabla 2. Composición química del jengibre de acuerdo a diferentes autores

Autor	Componentes medidos (%)					
	Humedad	Grasa	Fibra	Proteína	Cenizas	CHO's
Dhanik, Arya & Nand (2017)	-----*	4.24*	14.10*	8.98*	1.90*	71.6*
	77.21**	0.75*	2.00*	1.82*	0.52*	17.7*
Trejo (2015) & González (2015)	88.98 ^a	0.12 ^a	4.26 ^a	1.84 ^a	1.19 ^a	3.61 ^a
	86.95 ^b	0.24 ^b	8.91 ^b	1.33 ^b	0.63 ^b	1.94 ^b
	85.28 ^c	0.14 ^c	9.96 ^c	1.37 ^c	0.74 ^c	2.51 ^c
Shirin & Prakash, (2010)	15.00	3.70	23.50	5.10	3.85	38.35
Chiluiza & Ulloa (2005)	87.00	0.80	0.90	1.60	1.00	9.00

CHO's: Carbohidratos

*Jengibre molido, **Jengibre sin procesar

Jengibre con a) 3 meses de maduración, b) 6 meses de maduración y c) 8 meses de maduración

Los compuestos más importantes responsables de las actividades terapéuticas del jengibre, se dividen en compuestos no volátiles y volátiles. La fracción no volátil consiste en una oleorresina. Los elementos responsables del sabor picante han sido identificados como los gingeroles. La composición de la fracción volátil consiste principalmente en derivados de sesquiterpeno, responsables del aroma. Tales compuestos incluyen (-) zingibereno, (+) - curcumeno, (-) - β -sesquifenlandreno y β -bisaboleno (Syafitri *et al.*, 2018). Los componentes de la resina son: [6]-gingerol, [6]-

shogaol, zingerona, que otorgan la pungencia, las combinaciones de estos componentes otorgan al jengibre sus propiedades únicas de flavor (Enríquez *et al.*, 2008; Acuña & Torres, 2010).

2.4.1.3 Usos del jengibre

El jengibre se ha utilizado ampliamente para curar una gran parte de enfermedades como indigestión, pérdida de apetito, náuseas, vómitos, reacciones alérgicas agudas y crónicas, para dolores de cabeza, resfriados, aterosclerosis, migraña, artritis reumatoide, colesterol elevado, úlceras y depresión (Shukla & Singh, 2007).

El rizoma del jengibre se utiliza desde la antigüedad, en todo el mundo, como una especia de cocina, condimento y planta medicinal (Sharrif & Haddad, 2012). La creciente demanda de productos naturales es actualmente una de las mayores tendencias en el mercado de la salud mundial. Por esta razón, el jengibre se ha considerado como una materia prima alternativa en la industria alimentaria (Alieva, 2012). Esto se debe a su versatilidad, ya que tanto el rizoma fresco como sus derivados (por ejemplo: aceite esencial, polvo, hojuelas, jarabe o jugo de jengibre, poseen una gran cantidad de aplicaciones en áreas tales como confitería, medicina y producción de bebidas (Abdulkareem *et al.*, 2011).

2.4.2 Zarzamora (*Rubus spp*)

La zarza, zarzamora o mora (*Rubus ulmifolius*) es un arbusto de aspecto sarmentoso, cuyas ramas espinosas y de sección pentagonal, pueden crecer hasta 3 metros. Pertenece a la familia de las rosáceas y es popularmente conocido por sus frutos (Ávila, 2011).

La zarzamora (*Rubus spp.*) asemeja una baya carnosa, de tamaño pequeño, formada de múltiples ovarios provenientes de una sola flor que contienen una

pequeña semilla en su interior dispuestas alrededor de un núcleo fibroso, agrupados en un receptáculo en forma de racimo. Es apreciada por su color atractivo, aroma, sabor y textura suave o crujiente (Salazar-Preciado *et al.*, 2006; Sánchez-Rodríguez, 2008).

La zarzamora se clasifica de acuerdo a su hábito de crecimiento: erecto, semirecto, postrado, ausencia y presencia de espinas, estas características pueden ser dada por la hibridación. Estas frutas, crecen en muchas zonas, llanuras, montañas, claros de bosques y sobre todo en pendientes y márgenes soleados, en terrenos húmedos y maduran durante los meses de verano y otoño. Son frutas constituidas por pequeños granos que se agrupan entre sí. Primero son de color verde, después rojas y cuando están maduras, adquieren un color negro brillante (SAGARPA, 2004).

2.4.2.1 Descripción del fruto y distribución geográfica

Es una planta muy invasiva y de crecimiento rápido que también puede multiplicarse vegetativamente generando raíces desde sus ramas. Puede colonizar extensas zonas de bosque, monte bajo, laderas o formar grandes setos en un tiempo relativamente corto. Es frecuente en setos y ribazos y su distribución original abarca casi toda Europa, el norte de África y el sur de Asia. También ha sido introducida en América y Oceanía, con efectos muy negativos como maleza; por ejemplo, en Chile. Su nombre científico deriva del latín "ruber" (rojo), por el color de sus frutos y el epíteto específico hace referencia al parecido de sus folíolos con las hojas del olmo (*Ulmus minor*) (Ávila, 2011).

El interés por el cultivo de las especies de zarzamora (*Rubus spp.*) ha crecido substancialmente en los últimos años, específicamente por las especies comercializables para su consumo en fresco, autores como Clark (2006), lo atribuyen a factores como: a) el desarrollo de especies con mayor vida de anaquel, calidad, adaptación y libres de espinas, b) el incremento en la mercadotecnia enfocada a la promoción de beneficios a la salud relacionados con el consumo de

este producto frutícola, c) desarrollo de tecnologías para su cultivo y d) el desarrollo de técnicas de manejo postcosecha.

Es abundante la producción de zarzamoras en el mundo, cultivándose gran diversidad de variedades. En Europa se reportaron alrededor de 7,692 hectáreas cultivadas en el 2005, siendo Serbia y Hungría los mayores productores en este continente, cerca del 90% de la producción es procesada, se cultivan mayormente variedades semierectas y rastreras. Asia cultivó en el mismo año alrededor de 1,550 ha de las variedades “Chester Thornless” y “Hull Thornless” (semierectos) y con menor producción de “Boyse”, “Marion” y “Siskiyou”. Tanto en Oceanía como en África la producción es escasa contando 259 ha y 100 ha, siendo los mayores productores Nueva Zelanda (“Boysen”) y África del Sur (“Hull Thornless”, “Loch Ness”, “Choctaw” y “Arapaho”). El mayor productor de zarzamoras en la actualidad es el continente americano siendo Estados Unidos el principal productor en el mundo. Para el 2005, se reportaron 4,818 ha cultivadas mayormente en los estados de Oregon, California, Texas, y Georgia, cultivando las variedades “Marion”, “Boysen”, “Thornless”, “Evergreen” y “Silvan”, comercializando el 95% de la producción como productos procesados. México es el quinto productor de *berries* del mundo. En esta categoría están incluidos cultivos como arándano, fresa, frambuesa y zarzamora. La producción y el valor comercial de *berries* en nuestro país ha aumentado notablemente durante los últimos años. En el 2003 se cosecharon 3,750 hectáreas y el valor de producción representó 0.9 por ciento del valor total de la producción agrícola en México. Para el 2014, la superficie cosechada de *berries* aumentó a 17,512 hectáreas y los cultivos representaron el 3.1 por ciento del valor total de la producción agrícola. Nuestro país genera 30% del volumen de exportación global de zarzamora. No solo cuenta con las condiciones climáticas y de cultivo ideales para generar oferta de calidad de octubre a mayo, sino que también se están generando variedades nuevas y únicas con perfiles de sabor que transformarán la oferta del producto (Strik *et al.*, 2007)

2.4.2.2 Composición química de la zarzamora

Alrededor del mundo los frutos conocidos como *berries* son valorados, reconocidos y cotizados por su sabor dulce, aroma afrutado y actualmente por sus propiedades nutraceuticas. La composición química de los frutos de zarzamora puede ser variable dependiendo del cultivar, el lugar de establecimiento y el estado de madurez al ser cosechado, ya que estos son frutos no climatéricos con respecto a su producción y respuesta al etileno (Perkins-Veazie *et. al.*, 2000; Talcott, 2007). En general, las zarzamoras se componen por carbohidratos, vitaminas, minerales, fibra dietética, ácido málico (siendo el ácido orgánico predominante), ácido ascórbico, ácido fólico, carotenoides y polifenoles concentrados que les otorgan el color, sabor y propiedades nutraceuticas que los caracteriza, además de contener también trazas minerales (Tabla 3) (Talcott, 2007). En particular, la sacarosa es el carbohidrato mayoritario de los frutos verdes, sin embargo, en el proceso de madurez éste es rápidamente hidrolizado a fructosa y glucosa quedando menos del 1% del contenido de este disacárido en los frutos maduros, por lo cual puede ser consumido por diabéticos (Reyes-Carmona *et. al.*, 2005; Kafkas *et. al.*, 2006).

Tabla 3. Composición química del fruto de zarzamora por cada 100 g

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Energía(Kcal)	59.00	Vitamina A Equiv. Totales (µg)	39.00
Agua (g)	85.60	Vitamina B6 (mg)	0.06
Proteína (g)	0.70	Ácido pantoténico(mg)	0.15
Nitrógeno(g)	0.18	Vitamina C (mg)	21.00
Lípidos (g)	0.60	Sodio, Na (mg)	1.00
Carbohidratos (g)	12.60	Potasio, K (mg)	196.00
Fibra dietética (g)	2.70	Calcio, Ca(mg)	32.00
Cenizas(g)	0.50	Magnesio, Mg(mg)	22.00
Humedad (g)	82.20	Fósforo, P(mg)	21.00

Tiamina (mg)	0.02	Hierro, Fe(mg)	0.50
Riboflavina (mg)	0.04	Cobre, Cu (mg)	0.12
Niacina(g)	1.20	Manganeso, Mn (mg)	1.22

Fuente: Talcott (2007)

2.4.2.3 Propiedades medicinales de la zarzamora

Investigaciones actuales corroboran el hecho de que enfermedades de orden cardiovascular como la arterioesclerosis y crónicas degenerativas como el cáncer y la diabetes se encuentran íntimamente ligadas a los hábitos alimenticios a los cuales se ha acostumbrado el ser humano o bien, a los cuales está sometido por los ritmos de la vida cotidiana actual, resultando en el incremento de la incidencia de las mismas (Hai-Liu, 2007; Yildiz & Peral-Eyduran, 2009). Tales hábitos alimenticios excluyen las porciones diarias recomendadas de frutas y vegetales, los cuales son proveedores en gran escala de compuestos funcionales, como la fibra dietética, vitaminas y clorofila, que promueven el buen funcionamiento del organismo, y compuestos bioactivos como los polifenoles, flavonoides, isoflavonas, y tocoferoles, que por su parte confieren un efecto protector debido a sus capacidades antioxidantes, las cuales evitan que la célula sufra posibles daños de tipo oxidativo causados por radicales libres, además de reducir los niveles de grasa en sangre (Wada & Ou, 2002; Yildiz & Peral-Eyduran, 2009). Así los frutales conocidos como *berries*, se distinguen por contener compuestos bioactivos, siendo reportados como uno de los 50 productos mayormente consumidos y como uno de los mayores suministros de compuestos antioxidantes en la dieta de norteamericanos y europeos, aportando hasta 5.75 μmol /porción consumida (144 g, 1 taza). Como resultado al conocimiento de tales hechos, en los últimos años, se ha despertado un gran interés en los consumidores del mundo hacia la adquisición de frutos rojos entre los que destacan la zarzamora (Halvorsen *et al.*, 2006; Talcott, 2007; Yildiz & Peral-Eyduran, 2009).

3 Objetivos



3. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar la estabilidad de una bebida de jengibre y zarzamora mediante estudios cinéticos de actividad antioxidante y pérdida de color, a fin de proponer estrategias que permitan mantener sus propiedades y prolongar la vida útil del producto.

3.2 Específicos

- Determinar la actividad antioxidante de una bebida a base de jengibre y zarzamora mediante los métodos de DPPH•, FRAP y fenoles totales para evaluar su estabilidad a través del tiempo.
- Evaluar la pérdida de color de una bebida a base de jengibre y zarzamora mediante un colorímetro para evaluar su estabilidad a través del tiempo.
- Determinar la estabilidad de las bebidas de jengibre y jengibre-zarzamora a través de los parámetros críticos de deterioro seleccionados para implementar estrategias que permitan la conservación de las propiedades del producto durante periodos largos de tiempo.

4 Hipótesis

5 Justificación



4. HIPÓTESIS

Las bebidas a base de extractos de jengibre y zarzamora son estables a través del tiempo y tanto su actividad antioxidante como su color no se ven alterados durante el almacenamiento del producto.

5. JUSTIFICACIÓN

El jengibre posee un sabor y aroma característicos que son muy apreciados en distintas partes del mundo. Se utiliza principalmente como especia; además, este rizoma posee importantes propiedades medicinales que han propiciado un aumento en el desarrollo de productos alimenticios derivados del jengibre.

En años recientes, las bebidas elaboradas a base de productos naturales tales como plantas, frutas y especias han recibido una mayor atención y/o demanda en el mercado debido a que son productos con valor agregado al contener compuestos que pueden actuar terapéuticamente sobre la salud del consumidor (Gaikwad *et al.*, 2013).

El jengibre y la zarzamora, fruta rica en antocianinas (Rodríguez *et al.*, 2010; Arellano, 2012), además de sus propiedades características de sabor, contienen compuestos químicos considerados como bioactivos que pueden proporcionarles propiedades funcionales a los productos derivados de ellos, solos o combinados. La elaboración de bebidas a base de jengibre y zarzamora, es una alternativa de consumo para la población y para los productores de este rizoma y fruto rojo representando también una vía de transformación rápida que podría evitar pérdidas durante su producción.

6 Planteamiento del problema



6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Sierra Norte de Puebla existe una agrupación de pequeños productores de jengibre, los cuales exportan la totalidad de su producción bajo dos formas; entero (fresco) y triturado (congelado). Su principal mercado de destino es la Unión Europea, especialmente Alemania; este se encuentra en crecimiento, sin embargo, existe muy poca información acerca de la composición química del jengibre cultivado en México, así como de su evolución durante la maduración. Del mismo modo, se tienen pérdidas importantes de la producción en fresco debido principalmente al desconocimiento de las condiciones más favorables para su almacenamiento. Con el desarrollo de la presente investigación, se pretende contribuir a la diversificación de su uso a través de la propuesta de una bebida a base de jengibre y zarzamora que mantenga sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante largos períodos de tiempo.

7 Materiales y métodos



7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Materia prima

La materia prima (rizomas de jengibre orgánico fresco, triturado con cáscara y congelado) utilizada fue proporcionada por la empresa Productores Orgánicos de Black Berry de la Sierra Norte de Puebla, S.C. de R.L. Los rizomas recién cosechados se transportaron en costales de malla y se almacenaron en bolsas de polietileno en un congelador vertical a aproximadamente -4°C hasta su análisis. La zarzamora fue adquirida en la central de abastos de Pachuca de Soto, Hidalgo, al igual que el jengibre, éstas se almacenaron en bolsas de polietileno y se congelaron hasta su uso.

7.2 Elaboración de formulaciones

7.2.1 Bebida de jengibre (BJ)

El extracto acuoso de jengibre empleado para la elaboración de la bebida, fue el obtenido bajo las condiciones reportadas por Ramírez *et al.*, (2016) y que corresponde al extracto con mayor actividad antioxidante. Para la obtención del mismo, el jengibre (25 g) se mezcló con 250 mL de agua purificada, en una licuadora comercial (Osterizer®) hasta su completa homogenización. La mezcla obtenida se filtró utilizando manta de cielo, el volumen recolectado se completó a 1 litro con agua purificada y se dejó reposar en un recipiente cerrado, durante 3 horas, a temperatura ambiente. Una vez completado el reposo, se filtró utilizando manta de cielo y se agregó azúcar y ácido cítrico (Abdulkareem *et al.*, 2011) de acuerdo a la Tabla 4. Todos los extractos acuosos obtenidos se esterilizaron a 121°C durante 15 minutos y se almacenaron en recipientes de vidrio a 4°C .

Tabla 4. Contenido de ingredientes para las formulaciones de las bebidas

Ingredientes	Formulaciones	
	BJ	BJ-Z
Jengibre	2.5% (p/v)	2.5% (p/v)
Zarzamora	-----	20% (p/v)
Azúcar	5% (p/v)	15% (p/v)
Ácido cítrico	0.07% (p/v)	0.07% (p/v)

BJ: Bebida de jengibre
BJ-Z: Bebida de jengibre-zarzamora

Fuente: Trejo, 2015

7.2.2 Bebida de jengibre-zarzamora (BJ-Z)

Una vez obtenido el extracto de jengibre, se procedió a mezclarlo con 200 g de zarzamora (Tabla 4). Una vez mezclados los ingredientes, se dejaron en maceración por 20 horas a temperatura de refrigeración (4°C). Transcurrido este tiempo, se procedió a filtrar el macerado con manta de cielo y se agregó azúcar y ácido cítrico (Abdulkareem *et al.*, 2011) como se muestra en la Tabla 4, los extractos acuosos de jengibre-zarzamora obtenidos se esterilizaron a 121°C durante 15 minutos y se almacenaron en recipientes de vidrio a 4°C.

7.3 Estudio cinético para la determinación de la estabilidad

Con la finalidad de evaluar la estabilidad del extracto de jengibre y de la bebida de jengibre-zarzamora, se realizaron cinéticas, en las cuales se analizaron diferentes parámetros una vez por semana durante un periodo de tiempo de 8 semanas, estos se describen a continuación.

7.3.1 Sólidos Solubles Totales (SST)

Para la medición de los sólidos totales se utilizó un refractómetro manual (Atago 0-30°Brix) sobre el cual se pusieron 3 gotas de cada muestra (bebida de jengibre y jengibre-zarzamora) para su lectura a contra luz, reportando el resultado en grados Brix (°Bx).

7.3.2 Acidez titulable.

En un matraz Erlenmeyer de 50 mL se añadieron 10 mL de la bebida de jengibre y se agregaron de dos a tres gotas de fenolftaleína como indicador. Para los extractos de jengibre-zarzamora se midió 1 mL de muestra, el cual se diluyó con 10 mL de agua desionizada y se adicionaron tres gotas de fenolftaleína como indicador. Las muestras se titularon con una solución de hidróxido de sodio a 0.1 N hasta el vire de color y los resultados se reportaron como porcentaje de ácido málico, que es el ácido orgánico dominante en la zarzamora.

7.3.3 pH

Se utilizó un potenciómetro marca Conductronic pH120 calibrado previamente con buffers de pH 4 y 7, procediendo a medir el pH directamente en 20 mL de muestra.

7.3.4 Color

Para la determinación de color, las muestras se colocaron dentro de una cámara blanca totalmente sellada. Se tomaron fotografías de las muestras alrededor del tiempo establecido, para esto se utilizó una cámara digital marca Canon™, modelo T3i, provista de un sensor CMOS de tamaño 1/2.5 pulgadas; 18 megapíxeles (disponibles). La cámara se colocó en modo automático para tomar

fotografías con ajustes automáticos; flash desactivado, una sensibilidad ISO de 100 ya que presenta menor ruido en las imágenes tomadas.

El color se registró utilizando el espacio de color uniforme CIELab. el rango de escala de valores “a” negativo (verde) a positivo (rojo), y el rango de escala de valores “b” de negativo (azul) a positivo (amarillo), estos se obtuvieron utilizando el programa de gráficos vectoriales Inkscape que generó las coordenadas de color en la escala RGB y posteriormente estas coordenadas se cambiaron a la escala Lab utilizando Colorizer que recoge los datos, calcula y genera los nuevos valores.

7.4 Actividad antioxidante

7.4.1 Método de radical libre 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 μ M], a partir de una solución patrón de Trolox 1mM en MeOH (metanol). A cada solución estándar de la curva se añadieron 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, utilizando como blanco MeOH. La actividad antioxidante de las bebidas fue medida utilizando el mismo procedimiento usado para la curva de calibración, remplazando la solución de Trolox con 100 μ L de cada bebida. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

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. El % de DPPH•remanente se calculó a partir de la Ecuación 1.

$$\% \text{ DPPH} \bullet_{\text{remanente}} = \left[\frac{A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}}}{A_{\text{control}}} \right] \times 100 \quad \text{Ec (1)}$$

Donde:

Amuestra = Absorbancia obtenida para la muestra, Ablanco= Absorbancia obtenida para el metanol, Acontrol= Absorbancia obtenida para el control

7.4.2 Método del Poder Antioxidante del Hierro Reducido (FRAP por sus siglas en inglés).

Este análisis se realizó utilizando la técnica FRAP de Benzie y Strain modificada (Chohan *et al.*, 2008). 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- tripriridyl-s-triazina) 10 mM, preparada 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 minutos y se midió su absorbancia a 593 nm utilizando un blanco que contenía únicamente reactivo de FRAP. La actividad antioxidante se midió usando el mismo procedimiento utilizado para la curva de calibración, remplazando el cloruro ferroso tetrahidratado con 250 μL de las bebidas. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado

7.5 Determinación de fenoles totales por el Método Folin & Ciocalteu's

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 adicionaron 2 mL de Na_2CO_3 al 7.5%, 2 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu y se aforó a 10 mL con agua destilada. Las lecturas de absorbancia se

realizaron a 760 nm. Para la determinación de fenoles en los extractos acuosos de jengibre, se siguió el mismo procedimiento que para la curva de calibración, estándar, sustituyendo el AG por 1 mL de cada bebida. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

7.6 Análisis Microbiológico

De acuerdo a la norma NOM-A130-SSA1-1995 es necesario el cumplimiento de los siguientes parámetros para jugos y néctares: los límites para microorganismos mesofílicos aerobios es de 100 UFC/g o mL y en mohos y levaduras el límite es de 25 UFC/g o mL, mientras que para coliformes totales la norma NOM-113-SSA1-1994 establece como representativas las placas que contengan al menos 15 colonias características.

7.6.1 Mesófilos aerobios

Se realizó mediante la técnica Cuenta de bacterias aerobias en placa (NOM-092-SSA1-1994), la cual determina el número total de bacterias por mililitro de bebida. Esta prueba es usada por el método de las diluciones, es decir, varias diluciones de la bebida se prepararon y almacenaron en cajas Petri añadiendo agar métodos estándar. Posteriormente se incubaron a 35 ± 1 °C por 48 horas. Se realizó la cuenta de colonias multiplicando por el factor de dilución para obtener la cuenta total en placa. El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

Las muestras se prepararon de acuerdo a la norma NOM-110-SSA1 -1994 donde se transfirió 1 mL de la bebida y se diluyó con 9 mL de diluyente peptona para obtener la dilución (10^{-1}). Las diluciones decimales adicionales se prepararon transfiriendo 1 mL de la primera dilución a otro tubo con 9 mL del diluyente estéril para obtener la dilución 10^{-2} y así sucesivamente hasta llegar a la dilución 10^{-6} . Después de preparar las diluciones se colocó por duplicado un mililitro de las diluciones 10^{-2} , 10^{-4} y 10^{-6} a dos cajas Petri y se agregaron aproximadamente 15

mL de Agar Triptona-Extracto de Levadura (agar para cuenta estándar) mezclando como indica la NOM-092-SSA1-1994. La incubación se realizó a 35 ± 1 °C por 48 horas. Se incluyeron dos cajas sin la muestra como testigo de esterilidad. Los resultados se expresaron en UFC/mL.

7.6.2 Mohos y levaduras

Se realizó mediante la técnica Cuenta de mohos y levaduras en alimentos descrita en la norma NOM-111-SSA1-1994, la cual determina el número de mohos y levaduras viables presentes en productos destinados al consumo humano por medio de la cuenta en placa. Este método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, incubado a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos. Se realizó la cuenta de colonias multiplicando por el factor de dilución para obtener la cuenta total en placa. El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

Las muestras se prepararon de acuerdo a la norma NOM-110-SSA1-1994 donde se transfirió 1 mL de la bebida y se diluyó con 9 mL de diluyente peptona para obtener la primera dilución (10^{-1}). Las diluciones decimales adicionales se prepararon transfiriendo 1 mL de la primera dilución a otro tubo con 9 mL del diluyente estéril para obtener la dilución 10^{-2} y así sucesivamente hasta llegar a la dilución 10^{-6} .

Después de preparar las diluciones se colocó por duplicado un mililitro de las diluciones 10^{-2} , 10^{-4} y 10^{-6} a dos cajas Petri y se agregaron 15 mL de Agar Papa Dextrosa (PDA). La incubación se realizó a 25 ± 1 °C por 7 días realizando conteo de colonias a los 3, 5 y 7 días. Se incluyeron dos cajas sin muestra como testigo de esterilidad. Los resultados se expresaron en UFC/mL.

7.6.3 Coliformes totales

Se utilizó la técnica cuenta de bacterias aerobias en placa (NOM-092-SSA1-1994), la cual determina el número total de bacterias por mililitro de bebida. Para realizar el conteo de microorganismos se utilizó el método de las diluciones y el vertido en placa. Las diluciones fueron preparadas y almacenadas en cajas Petri añadiendo Agar Bilis Rojo Violeta. Posteriormente se incubaron a 35 ± 1 °C por 48 horas. Se realizó la cuenta de colonias multiplicando por el factor de dilución para obtener la cuenta total en placa. La preparación de las muestras se llevó a cabo al igual que para los otros microorganismos, utilizando la NOM-110-SSA1- 1994.

7.7 Análisis Bromatológico e información nutrimental

La determinación de la composición química del jengibre bajo estudio se realizó utilizando los métodos oficiales de la AOAC (1990 y 1996) mostrados en la Tabla 5. Todas las pruebas se realizaron por triplicado y bajo las mismas condiciones.

Tabla 5. Métodos utilizados para el análisis proximal del jengibre

Parámetro	Método
Humedad	AOAC 925.10 (1990): Método indirecto o de horno de aire
Proteína	AOAC 920.165 (1990): Determinación de proteína por método Kjeldahl
Cenizas	AOAC 940.26 (1990): Método gravimétrico
Carbohidratos	Por diferencia de peso

Fuente: AOAC, 1990; AOAC, 1996

La información nutrimental que se debe reportar en la etiqueta se elaboró de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 donde se establecen exclusivamente a los parámetros generales. Esta norma no se aplica a alimentos vendidos a granel, pero brindan las especificaciones generales que permiten una aproximación para un etiquetado completo.

8 Resultados y discusiones



8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Formulacion final de la bebida jengibre-zarzamora (BJ-Z)

La formulación de la bebida final que se elaboró en el presente proyecto se realizó de acuerdo a lo reportado por Trejo (2015) ya que fue la que tuvo mejor aceptación por el panel de jueces. Es importante mencionar que se realizaron algunas modificaciones al proceso de obtención de la bebida (Figura 8). La primera de ellas fue dejar macerar la zarzamora en refrigeración por 24 horas *debido a que se fermentaba a temperatura ambiente. Otro de los cambios fue que esta no se pasteurizó sino que fue sometida a un proceso de esterilización (121°C por 15 minutos) a fin de eliminar cualquier microorganismo que pudiera alterar la calidad microbiológica y fisicoquímica del producto.

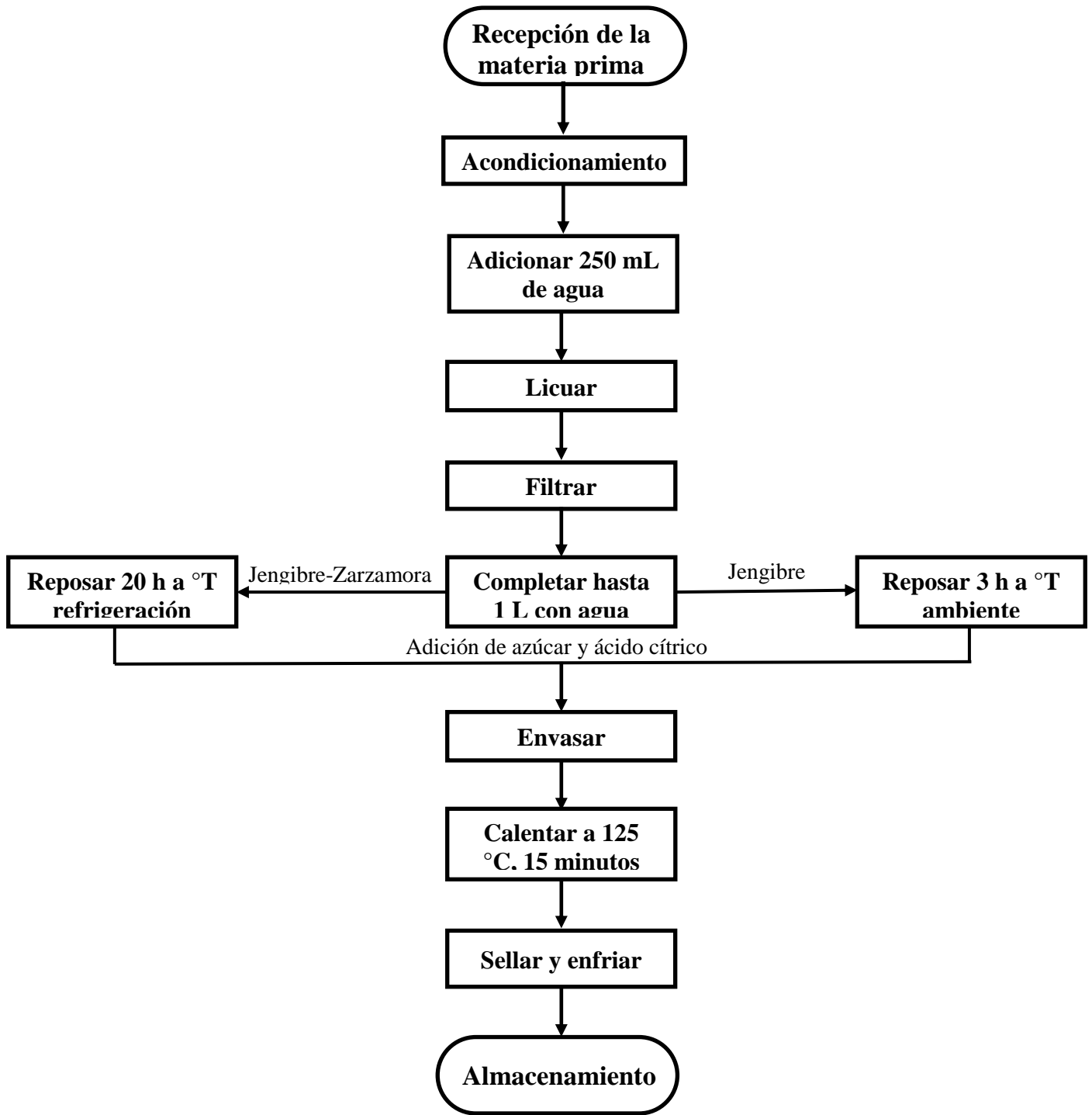


Figura 8. Diagrama de flujo de obtención de las bebidas de jengibre y jengibre-zarzamora

8.2 Resultados del estudio cinético realizado

8.2.1 Bebida de jengibre (BJ)

La Tabla 6 presenta los resultados de los parámetros fisicoquímicos monitoreados en las bebidas de jengibre almacenadas a temperatura ambiente y en refrigeración (4-8°C). Los parámetros medidos fueron pH, acidez titulable y °Bx durante un período de 60 días; las mediciones se realizaron los días 0, 20, 30, 45 y 60.

En cuanto a los resultados de pH, a ambas temperaturas de almacenamiento (ambiente y en refrigeración) se observó una disminución gradual de este parámetro a lo largo de su almacenamiento (de 4.09 a 3.4). El valor inicial de pH de la bebida (4.09), se debe a la presencia de ácido cítrico, componente añadido a la formulación el cual es utilizado principalmente con fines sensoriales y de conservación. También se atribuye a la presencia de ácidos orgánicos en el jengibre (oxálico y tartárico) (Syafitri *et al.*, 2018). Estos resultados son similares a los reportados en el estudio de Abdulkareem y colaboradores (2011) para una bebida de jengibre sin y con carbonatar, cuyo valor de pH inicial fue de 4.2 y con el paso del tiempo este parámetro presentó valores de 2.8 y 3.4, respectivamente.

Los valores de acidez de las bebidas de jengibre (Tabla 6), almacenadas a temperatura ambiente y en refrigeración, mostraron poca variación durante su almacenamiento indicando así una estabilidad del mismo, por lo que este parámetro no podría ser considerado un factor de deterioro de la bebida de jengibre. La acidez mostrada por la bebida en estudio se debe a los ácidos orgánicos provenientes del jengibre y al ácido cítrico añadido a la formulación.

Respecto a la presencia de sólidos solubles expresados como °Bx, los valores determinados mostraron poca variación a lo largo del tiempo y temperatura de almacenamiento. Rodríguez *et al.* (2010) mencionan que este parámetro se encuentra relacionado con el estado de madurez del jengibre durante el cual se ha observado un aumento de los sólidos totales; sin embargo, en las formulaciones

desarrolladas en este trabajo, este parámetro se ve influenciado por la adición de sacarosa como parte de las formulaciones. Los resultados del estudio fueron inferiores a los reportados por Abdulkareem *et al.* (2011), quienes reportaron 10.8°Bx para bebidas de jengibre con y sin carbonatar.

Tabla 6. Valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en las bebidas de jengibre

Muestras						
	BJETA			BJETR		
	Parámetros					
Día	pH	°Bx	Acidez (%)	pH	°Bx	Acidez (%)
0	4.09 ± 0.03	5.37 ± 0.05	0.48 ± 0.02	4.09 ± 0.03	5.37 ± 0.05	0.48 ± 0.02
20	4.25 ± 0.02	5.13 ± 0.05	0.48 ± 0.02	4.23 ± 0.02	5.30 ± 0.08	0.48 ± 0.02
30	3.93 ± 0.02	5.37 ± 0.05	0.49 ± 0.04	3.93 ± 0.01	5.57 ± 0.05	0.53 ± 0.05
45	3.83 ± 0.01	5.23 ± 0.05	0.46 ± 0.02	3.79 ± 0.01	5.37 ± 0.10	0.49 ± 0.00
60	3.47 ± 0.02	5.43 ± 0.04	0.48 ± 0.02	3.41 ± 0.01	5.53 ± 0.04	0.48 ± 0.02

BJETA: Bebida de jengibre esterilizada y conservada a temperatura ambiente
 BJETR: Bebida de jengibre esterilizada y conservada a temperatura de refrigeración

8.2.2 Bebida de jengibre y zarzamora (BJ-Z)

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de la bebida jengibre-zarzamora almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración. No se encontró información en la literatura acerca de los requisitos que deben cumplir las bebidas no alcohólicas de acuerdo a normas mexicanas. Por ello, las bebidas de jengibre y de jengibre-zarzamora, se compararon con lo establecido por la Norma Técnica Peruana 203.111 que establece los requisitos para bebidas tipo refrescos “a base de...” que pueden o no contener jugos o concentrados de frutas o verduras que aporten una cantidad menor

del 5% de sólidos solubles o “refrescos de” que contienen jugos o concentrados que aportan entre el 5 y 10% de los sólidos solubles.

De acuerdo a esta norma, estas bebidas deben presentar un mínimo de 7°Bx, un pH mínimo de 2 y una acidez titulable (ácido cítrico) de 0.10% p/v (Norma Técnica Peruana 203.111). Los resultados obtenidos indican que las bebidas propuestas cumplen con lo establecido para °Bx y pH. La acidez titulable no se comparó debido a que se reporta como porcentaje de ácido málico y no cítrico. Lo anterior debido a que el ácido orgánico predominante en la zarzamora es el málico (Rodríguez *et al.*, 2010).

Los datos de los parámetros fisicoquímicos de las bebidas propuestas también concuerdan con lo establecido por Abdulkareem y colaboradores (2011) para bebidas carbonatadas en general (pH 2-4, acidez titulable 0.1-2.0%, °Bx 10-14) y para una bebida estándar no carbonatada preparada a base de jengibre (pH 4.2, acidez titulable 0.27%, °Bx 10.8).

Es importante mencionar que la bebida jengibre-zarzamora presentó valores superiores de °Bx a los reportados por Abdulkareem *et al.* (2011), esto debido a que en nuestra formulación se añade sacarosa (15%) y a la presencia de los sólidos solubles provenientes de la zarzamora. La zarzamora dentro del jugo celular contiene disueltas una gran cantidad de sustancias, siendo las principales los azúcares y los ácidos orgánicos (málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico) (Wrolstad *et al.*, 1980; Rieger, 2006). También posee vitaminas, especialmente las vitaminas C, E y A, sales de calcio, potasio, hierro y manganeso. Además, lo que caracteriza a estos frutos rojos es su abundancia en pigmentos naturales que, además de conferirle su color y sabor característico, le proporcionan capacidad antioxidante.

Tabla 7. Valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en las bebidas de zarzamora jengibre

Muestras						
	BJ-ZETA			BJ-ZETR		
	Parámetros					
Día	pH	°Bx	Acidez (%)	pH	°Bx	Acidez (%)
0	2.43 ± 0.01	14.83 ± 0.17	0.16 ± 0.04	2.43 ± 0.01	14.83 ± 0.17	0.16 ± 0.04
15	3.10 ± 0.02	14.60 ± 0.00	0.20 ± 0.03	3.10 ± 0.01	15.10 ± 0.00	0.23 ± 0.02
30	2.75 ± 0.03	14.87 ± 0.05	0.27 ± 0.05	2.71 ± 0.01	14.67 ± 0.12	0.25 ± 0.02
45	3.35 ± 0.00	14.53 ± 0.10	0.21 ± 2.5E ⁻¹⁷	3.35 ± 0.00	14.37 ± 0.12	0.20 ± 0.02
60	3.22 ± 0.01	14.43 ± 0.05	0.20 ± 0.03	3.19 ± 0.00	14.30 ± 1.7E ⁻¹⁵	0.21 ± 2.7E ⁻¹⁷

BJ-ZETA: Bebida de jengibre-zarzamora esterilizada y conservada a temperatura ambiente
 BJ-ZETR: Bebida de jengibre-zarzamora esterilizada y conservada a temperatura de refrigeración

En cuanto a la acidez (Tabla 7), este parámetro mostró poca variación luego del almacenamiento de la bebida jengibre-zarzamora a temperatura ambiente y en refrigeración. Este comportamiento fue similar al observado en la bebida de jengibre (Tabla 6). La acidez en la bebida, se debe a la presencia de diversos ácidos orgánicos extraídos durante la maceración del jengibre y zarzamora, así como al ácido cítrico añadido a la formulación. Las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos; sin embargo, son muy ricas en vitamina C, aportan fibra, potasio, hierro y calcio, taninos y diversos ácidos orgánicos (Cabezas, 2008).

Los parámetros fisicoquímicos determinados en la bebida de jengibre son diferentes de los observados en la bebida jengibre-zarzamora. Esto se debe a que diversos componentes de la zarzamora, tales como ácidos orgánicos, algunos azúcares, modifican de manera determinante las propiedades de la bebida.

8.2.3 Determinación del color

En la Tabla 8 se indican los valores de los parámetros de color L* (luminosidad), a* (rojo-verde) y b* (azul-amarillo) analizados en las bebidas.

La bebida de jengibre presentó una ligera disminución en el parámetro de luminosidad (L*), a ambas temperaturas de almacenamiento; esto indicaría que el color de la bebida es poco afectado por parámetros físicos. En cuanto a los parámetros a* y b* (Tabla 8), estos presentaron valores negativos los cuales podrían ser atribuidos a la ligera tonalidad amarillenta que tenía la bebida de jengibre. Por lo que en este caso, estos parámetros no podrían ser indicativos de la estabilidad de la bebida.

Tabla 8. Parámetros de color para las muestras de la bebida a temperatura ambiente y refrigeración

Muestras												
	BJETA			BJETR			BJ-ZETA			BJ-ZETR		
Día	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	52.33	-2.84	-2.32	52.33	-2.84	-2.32	46.03	51.48	28.41	46.03	51.48	28.41
15	49.51	-2.75	-1.99	47.77	-2.87	-2.45	45.53	48.15	28.35	39.57	51.34	31.93
30	50.81	-2.89	-2.65	53.23	-2.93	0	44.35	44.87	24.79	42.98	46.27	24.95
45	48.99	-3.19	0.96	52.94	-2.14	-2.39	44.47	46.96	26.63	43.91	50.25	29.79
60	51.55	-3	-3.71	50.19	-2.55	1.17	43.23	43.70	22.35	39.94	42.67	23.46

BJETA: Bebida de jengibre esterilizada y conservada a temperatura ambiente, BJETR: Bebida de jengibre esterilizada y conservada a temperatura de refrigeración, BJ-ZETA: Bebida de jengibre-zarzamora esterilizada y conservada a temperatura ambiente, BJ-ZETR: Bebida de jengibre-zarzamora esterilizada y conservada a temperatura de refrigeración.

Respecto a la bebida jengibre-zarzamora, los valores de L^* , a^* y b^* fueron influenciados por la presencia de ésta fruta, la cual determinó mayoritariamente los parámetros de color analizados (Tabla 8). Durante el periodo de almacenamiento, se observó una disminución de L^* , a^* y b^* tanto a temperatura ambiente como en refrigeración. Esto indicaría una pérdida de luminosidad atribuida a la degradación de las antocianinas presentes. En este sentido, diversos estudios han mostrado que las antocianinas rápidamente se degradan durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos; lo cual tiene un impacto directo en la calidad del color y puede afectar las propiedades nutricionales (Wrolstad, Durst y Lee, 2005).

La bebida jengibre-zarzamora fue almacenada en frascos de vidrio transparente, lo que la podría hacer susceptible al efecto degradativo que tiene la luz sobre los pigmentos. Otro parámetro físico es la presencia de oxígeno en la bebida analizada, el cual puede iniciar reacciones de oxidación de antocianinas. Finalmente, el pH (2.4-3.35) de la bebida podría influenciar la transformación estructural de las antocianinas tal como lo señalan en su estudio Lee, Durst y Wrolstad (2005); a pH=1 el color se mantiene mientras que a pH=4.5 presentan una pérdida de color.

8.3 Resultados de la actividad antioxidante en las bebidas de jengibre (BJ) y jengibre-zarzamora (BJ-Z)

Bebida de jengibre (BJ)

En la Tabla 9 se muestran los datos obtenidos de la determinación de la actividad antioxidante evaluada en la bebida de jengibre mediante las técnicas de DPPH^{*}, FRAP y fenoles totales, a las dos temperaturas de almacenamiento.

Tabla 9. Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales en la bebida de jengibre

Muestras						
BJETA			BJETR			
Actividad antioxidante						
Día	DPPH [*] mg Trolox/100 g	FRAP mg Fe ²⁺ /100 g	Fenoles totales mg AG/100 g	DPPH [*] mg Trolox/100 g	FRAP mg Fe ²⁺ /100 g	Fenoles totales mg AG/100 g
0	156.87 ± 3.06	191.32 ± 24.20	266.66 ± 16.58	156.87 ± 3.06	191.32 ± 24.20	266.66 ± 16.58
20	76.315 ± 2.59	218.96 ± 11.05	232.87 ± 37.41	82.48 ± 4.53	240.08 ± 9.36	270.19 ± 27.92
30	232.14 ± 5.86	161.76 ± 13.68	209.17 ± 6.33	238.30 ± 12.06	185.18 ± 4.36	251.53 ± 20.00
45	30.308 ± 6.85	210.52 ± 19.57	253.05 ± 32.82	62.91 ± 13.49	198.81 ± 9.68	264.69 ± 27.79
60	215.04 ± 34.47	230.10 ± 8.88	195.56 ± 6.33	263.69 ± 15.67	240.46 ± 10.11	252.54 ± 12.43

La bebida de jengibre mostró valores irregulares en la actividad antioxidante determinada por las técnicas de DPPH^{*} y FRAP, sin observarse una tendencia regular (Tabla 9). Este comportamiento podría explicarse por una falta en la homogeneización de la muestra o bien a errores producidos durante la evaluación de la actividad antioxidante. Sin embargo, los fenoles totales mostraron una disminución luego del almacenamiento de la bebida de jengibre tanto a temperatura ambiente como refrigerada. Esto podría ser atribuido al efecto negativo que ejerce la luz sobre la actividad antioxidante, ya que las bebidas fueron almacenadas en frascos transparentes. Dicho efecto fue reducido en las muestras almacenadas en refrigeración, en donde ocurre en menor grado el efecto de la luz. El nivel de compuestos fenólicos en frutas y vegetales es muy variable, y numerosos factores puede influir en su estabilidad, biosíntesis y degradación. Entre estos se incluyen factores genéticos, estado de desarrollo del producto, prácticas de cultivo, condiciones ambientales de pre-cosecha, características del almacenamiento y aplicación de tratamientos poscosecha, así como el tipo de procesamiento hogareño o industrial (Lattanzio, 2003; Kalt, 2005; Li *et al.*, 2012).

Bebida jengibre-zarzamora (BJ-Z)

La Tabla 10 presenta los datos obtenidos en las determinaciones de actividad antioxidante en la bebida de jengibre-zarzamora. En general, los resultados presentaron un comportamiento irregular; sin embargo se observa una disminución de la actividad antioxidante durante el periodo de almacenamiento, tanto a temperatura ambiente como en refrigeración. La disminución observada en los resultados de DPPH^{*}, FRAP y fenoles totales fue similar en ambas condiciones de almacenamiento, por lo que en este caso no hubo un efecto positivo de la temperatura de refrigeración.

En el contenido de fenoles observamos fluctuaciones similares a las observadas por Barba *et al* (2012) en jugo de arándanos durante 56 días de almacenamiento a 4 °C. También se observó un incremento en el día 30 de almacenamiento para los niveles de polifenoles. Escarpa y González (2001) reportan que es posible que durante el almacenamiento de la bebida se formen algunos compuestos reductores que reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu incrementando el contenido fenólico. Algunos otros le atribuyen a un efecto hipercrómico, es decir, un incremento en las absorbancias debido a la copigmentación.

Valencia y Guevara (2013) reportaron valores de 115 mg de ácido gálico/ 100 g de compuestos fenólicos para un néctar de zarzamora, también reportan un valor de 4.12 mg Trolox/ 100 g de actividad antioxidante, mientras que la bebida realizada en este trabajo obtuvo un valor de 497.60 mg de Trolox/ 100 g de actividad antioxidante.

Como puede observarse, la bebida jengibre-zarzamora (Tabla 10) mostró una mayor actividad antioxidante que la bebida de jengibre (Tabla 9). La diferencia observada se debe a la presencia de compuestos antioxidantes presentes en la zarzamora. Dicha fruta presenta un escaso aporte de carbohidratos, es por eso que se describe como fruta de bajo valor calórico. Además, es una excelente fuente de vitaminas, en especial de las vitaminas C y A (Charley, 1989), las cuales le confieren

propiedades antioxidantes. También presenta abundancia de antocianinas y carotenoides (Green, 1971).

Finalmente es importante considerar que los metabolitos no son los únicos que aportan en la actividad antioxidante, sino también, depende de los microambientes en los que se encuentran interaccionando con los componentes habituales de los alimentos, tales como proteínas y agua, pudiendo producirse efectos sinérgicos pero también inhibitorios de dicha capacidad (Kuskoski *et al.*, 2005).

Tabla 10. Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales en la bebida de jengibre-zarzamora

Muestras						
Jengibre-zarzamora esterilizada ambiente			Jengibre-zarzamora esterilizada refrigerado			
Actividad antioxidante						
Día	DPPH' mg Trolox/100 g	FRAP mg Fe ²⁺ /100 g	Fenoles totales mg AG/100 g	DPPH' mg Trolox/100 g	FRAP mg Fe ²⁺ /100 g	Fenoles totales mg AG/100 g
0	497.60 ± 7.67	410.15 ± 3.05	178.05 ± 28.19	497.60 ± 7.67	410.15 ± 3.05	178.05 ± 28.19
15	451.77 ± 6.22	358.52 ± 1.95	204.12 ± 11.13	470.63 ± 8.97	364.08 ± 1.95	216.78 ± 2.94
34	497.42 ± 1.99	339.13 ± 36.26	285.61 ± 9.97	491.96 ± 19.82	384.81 ± 8.17	221.01 ± 58.16
45	467.46 ± 3.24	394.22 ± 2.31	171.86 ± 11.32	469.40 ± 12.41	399.21 ± 18.78	141.60 ± 4.45
59	461.29 ± 9.76	337.40 ± 4.30	194.55 ± 17.81	463.58 ± 3.98	344.50 ± 9.60	179.42 ± 6.87

8.4 Análisis Microbiológico

Durante el periodo de almacenamiento también se evaluó la calidad microbiológica de las bebidas a las dos diferentes temperaturas ensayadas (Tablas 11 y 12). Las pruebas se realizaron los días 0, 30 y 60. Los resultados mostraron placas sin colonias, es decir, nulo crecimiento microbiano durante los diferentes muestreos realizados.

Los resultados obtenidos se atribuyen al procesamiento térmico efectuado a las bebidas (esterilización), el cual mostró su efectividad durante los 60 días de

almacenamiento y en los cuales no hubo presencia de microorganismos que pudieran afectar las propiedades del producto.

Es importante señalar que ambas bebidas podrían almacenarse a temperatura ambiente, ya que la esterilización mostró ser un método eficaz para evitar deterioro microbiano.

Tabla 11. Recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales de la bebida de jengibre durante el tiempo de almacenamiento

Muestras						
	BJETA			BJETR		
	Microorganismos					
Día	^a Mesófilos aerobios UFC/mL	^b Mohos y levaduras UFC/mL	^c Coliformes totales UFC/mL	^a Mesófilos aerobios UFC/mL	^b Mohos y levaduras UFC/mL	^c Coliformes totales UFC/mL
0	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
30	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
60	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*

* Placas sin colonias, apartado 10.1.4 de la NOM-113-SSA1-1994

^aCuenta de bacterias Mesófilas aerobias en placa UFC/g ó mL de muestra, en agar para cuenta estándar, incubadas 24±2h a 35±2°C (NOM-092-SSA1-1994)

^bCuenta de mohos y levaduras, en agar papa dextrosa incubadas a 25 ± 1°C durante 5 días UFC/g ó mL (NOM-111-SSA1-1994)

^cCuenta de microorganismos coliformes totales en placa, UFC/g ó mL, en agar rojo violeta bilis, incubados a 35 ± 1°C durante 24 ± 2 h (NOM-113-SSA1-1994)

Tabla 12. Recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales de la bebida de jengibre-zarzamora durante el tiempo de almacenamiento

Muestras						
	BJ-ZETA			BJ-ZETR		
	Microorganismos					
Día	^a Mesófilos aerobios UFC/mL	^b Mohos y levaduras UFC/mL	^c Coliformes totales UFC/mL	^a Mesófilos aerobios UFC/mL	^b Mohos y levaduras UFC/mL	^c Coliformes totales UFC/mL
0	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
30	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
60	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*

* Placas sin colonias, apartado 10.1.4 de la NOM-113-SSA1-1994

^aCuenta de bacterias Mesófilas aerobias en placa UFC/g ó mL de muestra, en agar para cuenta estándar, incubadas 24±2h a 35±2°C (NOM-092-SSA1-1994)

^bCuenta de mohos y levaduras, en agar papa dextrosa incubadas a 25 ± 1°C durante 5 días UFC/g ó mL (NOM-111-SSA1-1994)

^cCuenta de microorganismos coliformes totales en placa, UFC/g ó mL, en agar rojo violeta bilis, incubados a 35 ± 1°C durante 24 ± 2 h (NOM-113-SSA1-1994)

8.5 Análisis bromatológico e información nutrimental

En la Tabla 13, se presenta la composición proximal de las bebidas de jengibre y jengibre-zarzamora. El componente mayoritario de ambas bebidas fue la humedad, con valores superiores al 83%. El segundo componente en abundancia fueron los carbohidratos, siendo la bebida jengibre-zarzamora la que presentó el mayor contenido de este nutrimento (15.54%); esto con respecto a la bebida de jengibre (5.23%). La presencia de zarzamora incrementa de manera importante el contenido de carbohidratos.

En menor concentración se encontraron proteína y cenizas, obteniéndose valores superiores en la bebida jengibre-zarzamora; esto como resultado de la inclusión de zarzamora en la formulación. Es importante mencionar que las bebidas a base de frutas no presentan contenidos relevantes de proteína, ya que estas son deficientes en ese tipo de nutrimento. Al respecto Santos-Buelga y Tomás-Barberán (2004) mencionan que en general las frutas y vegetales tienen menos calorías que la

mayoría de los alimentos procesados, de manera que contribuyen a mantener una dieta baja en calorías.

Los valores encontrados en humedad y cenizas en la bebida jengibre-zarzamora (Tabla 13), son inferiores a los reportados por Valencia y Guevara (2013) quienes encontraron en su estudio 87.3 % de humedad y 0.10 % de cenizas para un néctar de zarzamora. En cuanto a los valores de proteína y carbohidratos encontrados en nuestro estudio, fueron superiores comparados con los de Valencia y Guevara (2013) quienes reportaron 0.10 % de proteína y 12.5 % de carbohidratos, para la misma bebida mencionada anteriormente.

Finalmente se presentan las etiquetas nutrimentales de las bebidas de jengibre y jengibre-zarzamora, cuyo contenido calórico fue calculado a partir de su composición nutrimental. Como puede observarse el contenido calórico fue bajo, principalmente en la bebida de jengibre, esto se atribuye a su reducido contenido en carbohidratos y proteína.

Tabla 13. Composición proximal de las bebidas de jengibre y jengibre-zarzamora (g/100g muestra)

Parámetro	Método	
	Jengibre esterilizado	Jengibre-zarzamora esterilizado
Humedad	94.39 ± 0.33	83.79 ± 0.05
Proteína	0.35 ± 0.22	0.59 ± 0.42
Cenizas	0.02 ± 0.01	0.07 ± 0.02
Carbohidratos	5.23 ± 0.22	15.54 ± 0.35

Etiquetado nutrimental

Bebida de jengibre (BJ)

Tamaño por porción: 100mL Porciones por envase (a determinar por la empresa)
Calorías/ Contenido energético: 93.52 kJ 22.32 (kcal) Contenido energético de grasa: 0 kJ 0 (kcal)
Grasa 0 g
Carbohidratos totales 5.23 g
Proteína 0.35 g

Bebida jengibre-zarzamora (BJ-Z)

Tamaño por porción: 100mL Porciones por envase (a determinar por la empresa)
Calorías/ Contenido energético: 270.33 kJ 64.52 (kcal) Contenido energético de grasa: 0 kJ 0 (kcal)
Grasa 0 g
Carbohidratos totales 15.54 g
Proteína 0.59 g

9 Conclusiones



9. CONCLUSIONES

La inclusión de la zarzamora en la bebida de jengibre tuvo una influencia determinante en la composición química, las propiedades fisicoquímicas y la actividad antioxidante.

Las bebidas de jengibre y jengibre-zarzamora presentaron una calidad microbiológica adecuada durante el periodo de almacenamiento, así como, un bajo contenido calórico, por lo que podrían ser una alternativa de consumo, principalmente para aquellas personas que padecen sobrepeso u obesidad.

Las bebidas de jengibre y jengibre zarzamora mostraron ligeras variaciones en los parámetros fisicoquímicos analizados, así como en el color, lo que podría indicar una estabilidad de las bebidas durante el periodo de almacenamiento (60 días).

10 Referencias



10. REFERENCIAS

- ✓ Abdulkareem, S.A., Uthman, H. & Joimoh, A. (2011). Development and Characterization of a Carbonated Ginger Drink. *Leonardo Journal of Sciences*, 18, pp. 45-54.
- ✓ Acuña, O. & Torres, A. (2010). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zigiber officinale R.*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politécnica*, 29(1), 60–69.
- ✓ Aguilera, O.M.; Alanis, G.M.G.; García, D.C.L. & Hernández, B.C.M. (2009). Caracterización y estabilidad de antocianinas de higo, variedad mission. *Rev. Universidad y Ciencia*, 25(2), pp. 151-158.
- ✓ Ali, B.H.; Blunden, G.; Tamira, O.M. & Nemmar, A. (2008). Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*): A review of recent research. *Food and Chemical Toxicology*, 46, pp. 409–420.
- ✓ Alieva, A. (2012). Jengibre: un ingrediente saludable con gran potencial. Extraída el 5/05/2018 desde: <http://www.industriaalimentaria.com>.
- ✓ Arellano, M.A. (2012). Determinación de los parámetros fisicoquímicos en la elaboración de una jalea a base de zarzamora. (Tesis de ingeniería). Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas. Orizaba, Veracruz.
- ✓ Artículo 215. Ley General de Salud. (2009). CAPITULO II “Alimentos y Bebidas no Alcohólicas”.
- ✓ Artículo 217. Ley General de Salud. (2009). CAPITULO III “Bebidas Alcohólicas”.
- ✓ Ávila, U.M.M.; García, Z.S.N.; Sepúlveda, B.A.S. & Godínez, R.M.A. (2016). Plantas medicinales en dos poblados del municipio de San Martín de las Pirámides, Estado de México. *Polibotánica*, 42, pp. 215-245.
- ✓ Ávila, F.F. (2011). El cultivo de la zarzamora. (Experiencias laborales). División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. México.

- ✓ Bailey-Shaw, Y.A.; Williams, L.A.D.; Junor, G.A.O.; Green, C.E.; Hibbert, S.L.; Salmon, C.N.A. & Smith, A.M. (2008). Changes in the contents of oleoresins and pungent bioactive principles of Jamaican ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) during maturation. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 56, pp. 5564-5571.
- ✓ Barba, F.J.; Jäger, H.; Meneses, N.; Esteve, M.J.; Frígoia, A. & Knorr, D. (2012). Evaluation of quality changes of blueberry juice during afterhigh-pressure and pulsed electric fields processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 14, pp. 18-24
- ✓ Bembibre, C. (2011). Bebida. Definición ABC. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/general/bebida.php>
- ✓ Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), pp. 70-76.
- ✓ Berruecos, V.L. (2007). Las bebidas indígenas fermentadas y los patrones de consumo de alcohol de los grupos étnicos. *El Cotidiano*, 22(146), pp. 5-11
- ✓ Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), pp. 25-30.
- ✓ Cabezas, C.M. (2008). Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Tesis de grado para obtener el título de Bioquímico Farmacéutico, pp. 17-18, 24-25.
- ✓ Cajuste, B.J.; López, L.L.; Rodríguez, A.J. & Reyes, S.M.I. (2000). Caracterización Fisicoquímica de Tres Cultivares Introducidos de Zarzamora Erecta (*Rubus* sp.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52, (2), pp. 181-186
- ✓ Chapa, C.J.; Flores, D. & Zuñiga, L. (2015). La industria de las bebidas no alcohólicas en México. Centro de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

- ✓ Charley, H. (1989). Tecnología de alimentos. Limusa. México, pp. 652-655.
- ✓ Chen, I.N.; Chang, C.C.; Ng, C.C.; Wang, C-Y.; Shyu, Y.T.; Chang, T-L. (2008). Antioxidant and Antimicrobial Activity of Zingiberaceae Plants in Taiwan. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63, pp. 15–20.
- ✓ Chiluiza, J. & Ulloa, P. (2005). Proyecto de extracción de aceite esencial de jengibre como alternativa de exportación. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
- ✓ Chohan, M.; Forster-Wilkins, G.; Opara, E.I. (2008) Determination of the Antioxidant Capacity of Culinary Herbs Subjected to Various Cooking and Storage Processes Using the ABTS^{•+} Radical Cation Assay. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63, pp. 47–52.
- ✓ Clark, J.R. (2006). Blackberry: World production and perspectives. *III Simpósio nacional do morango, II Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul*. Ed. Luis Eduardo Correa Antunes y Maria do Carmo Bassols Rasseira, pp. 11-16.
- ✓ El-Ghorab, H.A.; Nauman, M.; Anjum, M.F.; Hussain, S. & Nadeem, M. (2010). A Comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) and cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal Agriculture Food Chemistry*, 58, pp. 8231–8237.
- ✓ Enríquez, A.; Prieto, E.; de Los Ríos, E. & Ruíz, S. (2008). Estudio farmacognóstico y fitoquímico del rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe “Jengibre” de la ciudad de Chanchamayo - Región Junín. Perú. *Revista Médica Vallejana*, 5(1), pp. 50-64.
- ✓ Escarpa, A. & González, M.C. (2001). Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. *Analytica Chimica Acta*, 427, pp. 119-127.
- ✓ FAO. (2017). Small-scale food processing - A guide for appropriate equipment. Recuperado de: <http://www.fao.org/Wairdocs/X5434E/x5434e00.htm#Contents>

- ✓ Faria, A.; Monteiro, R.; Mateus, N.; Acevedo, I. & Calhau, C. (2007). Effect of pomegranate (*punica granatum*) juice intake on hepatic oxidative stress. *European Journal of Nutrition*, 46 (5), pp. 271-278.
- ✓ Finkel, T. & Holbrook, N. J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408, pp. 239-247.
- ✓ Franco, G. & Giraldo, M. (2002). *Cultivo de la Morall*. Programa Nacional de transferencia de tecnología agropecuaria.
- ✓ Franson, D. (2001). *Industria de las bebidas*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. OIT, 65, pp. 1.
- ✓ Gaikwad, KK.; Singh, S. & Shakya, BR. (2013). Studies on the development and shelf life of low calorie herbal Aonla-Ginger RTS Beverage by using artificial sweeteners. *Journal Food Processing and Technology*, 4(200), pp. 1-4.
- ✓ Gallimore, W. A.; Bailey-Shaw, Y. A. & Reid, C. S. (2001). The analysis and applicability of Jamaican ginger oleoresins to the nutraceutical industry. *Jamaican Journal Science Technology*, 12 y 13, pp. 80–92.
- ✓ García, B.L.; García, G.L.; Rojo, D.D. & Sánchez, G.E. (2001). Plantas con propiedades antioxidantes. *Revista cubana de Investigaciones Biomédicas*, 20 (3), pp. 231-235.
- ✓ Giacosa, A.; Morazzoni, P.; Bombardelli, E.; Riva, A.; Bianchi, G. & Rondanelli, M. (2015). Can nausea and vomiting be treated with ginger extract?. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 19(7), pp. 1291-1296.
- ✓ Gil, R.J.; Gómez, B.M. & Trejos, S.J. (2009). Citotoxicidad y actividad anticancerígena de dos flavonoides aislados y purificados de *Brownea ariza Brenth*. *Revista de la facultad química farmacéutica*, 16 (1), pp. 93-101.
- ✓ Green, A. (1971). The biochemistry of fruits and their products. Volumen 2, Editorial A. C. Hulme, New York. p. 375.
- ✓ Hai-Liu, R. (2007). The potential health benefits of phytochemicals in berries for protecting against cancer and coronary heart disease. *In: Berry fruit, Value-Added Products for Health Promotion*. Ed. Yanyun, Z. pp. 187-203.

- ✓ Halliwell B. (1999). Antioxidant Defense Mechanisms: From The Beginning To The End (of the beginning). *Free Radical Research*, 31, pp. 261-72.
- ✓ Halvorsen, B.L.; Carlsen, M.H.; Phillips, K.M.; BΦhn, S.K.; Holte, K.; Jacobs, D.R. & Blomhoff, R. (2006). Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *The American Journal of Chemical Nutrition*, 84, pp. 95-135.
- ✓ Harvey, D. J. (1981). Gas chromatographic and mass spectrometric studies of ginger constituents. Identification of gingerdiones and new hexahydrocurcumin analogues. *Journal of Chromatography A*, 212, pp. 75–84.
- ✓ He X-guo.; Bernart, M.W.; Lian Li-zhi. & Lin Long-ze. (1998). High-performance liquid chromatography–electrospray massspectrometric analysis of pungent constituents of ginger. *Journal of Chromatography A*, 796 (2), pp. 327–334.
- ✓ de las Heras, B.; Rodríguez, B.; Boscá, L. & Villar, A.M. (2003). Terpenoids: Sources, Structure Elucidation and Therapeutic Potential in Inflammation. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 3, pp. 53-67.
- ✓ Kafkas, E.; Kosar, M.; Turemis, N. & Baser, K. H. C. (2006). Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *Food Chemistry*, 97, pp. 732-736.
- ✓ Kalt, W. (2005). Effects of production y processing factors on major fruit y vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), pp. 11-19.
- ✓ Kumar, G.; Karthik, L.; Bhaskara, R.K.V. (2011). A Review on Pharmacological and Phytochemical Properties of *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae). *Journal of Pharmacy Research*, 4(9), pp. 2963-2966.
- ✓ Kuskoski, E.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; Mancini-Filho, J. & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), pp. 726–732.
- ✓ Laboratorios Vitafor S.R.L. (2018). Extraída el 26/04/2018 desde: http://www.dirico.com.ec/archivos/Presentacion_Antioxidantes.pdf

- ✓ Lattanzio, V. (2003). Bioactive polyphenols: their role in quality and storability of fruit and vegetables. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 77(5/6), pp. 128-146.
- ✓ Lee, J.; Durst, R.W. & Wrolstad, R.E. (2005). Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*. 88(5), pp. 1269-1278.
- ✓ Ley General de Salud. (2009). CAPITULO II “Alimentos y Bebidas no Alcohólicas”.
- ✓ Li, H.; Tsao, R. & Deng, Z. (2012). Factors affecting the antioxidant potential and health benefits of plant foods. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(6), pp. 1101-1111.
- ✓ Lini, H.; Rumei, L.; Peiyuan, L.; Yanfang, L.; Rui, C.; Chaocheng, D.; Chengsheng, L.; Xiangyong, W. & Yaohua, L. (2011). Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts from the stems of *jasminum nervosum* Lour. *Grasas y aceites*, 62 (2), pp. 149-154.
- ✓ Martínez, A.O.; Ardila, C.M.; García, B.Y. & Restrepo, C.S. (2013). Identificación y selección de descriptores de jengibre (*Zingiber officinale*) con jueces entrenados para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional. Según NTC 3932; Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Departamento de Alimentos. Medellín-Colombia.
- ✓ Mesa, A.M.; Gavira, C.A.; Cardona, F.; Sáenz, J.A.; Blair, S. & Rojano, B.A. (2010). Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de algunas especies del género *Calophyllum*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 15(2), pp. 13-26.
- ✓ NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Información comercial y sanitaria. Recuperada de: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5137518

- ✓ NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
- ✓ NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>
- ✓ NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>
- ✓ NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>
- ✓ NOM-130-SSA1-1995. Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometido a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html>
- ✓ NOM-218-SSA1-2011. Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlos y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Recuperado de: www.salud.gob.mx/cdi/nom/compi/NOM-218-SSA1-2011.pdf
- ✓ Norma Técnica Peruana NTP 203.112.2011, refrescos instantáneos. Recuperado de: <http://sqperu.org.pe/wp-content/Bebidas-y-Refrescos.-Conferencia.pdf>
- ✓ Odebunmi, E.O.; Oluwaniyi, O.O. & Bashiru, M.O. (2009). Comparative Proximate analysis of some food condiments. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(3), pp. 271-274.
- ✓ Orellana, A.R. (2004). Evaluación del efecto de dos fuentes de fertilizantes en el rendimiento de jengibre (*Zingiber officinale* R.), en la finca bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepequez (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala.

- ✓ Perkins-Veazie, P.; Clarck, J.R.; Huber, D.J. & Baldwin, E.A. (2000). Ripening physiology in “Navaho” thornless blackberries: color, respiration, ethylene production, softening and composition changes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125, pp. 357-363.
- ✓ Ramírez, G.J.; Jaimez, O.J.; Castañeda, O.A.; Añorve, M.J.; Salazar, P.V.; González, O.L.G. & Contreras, L.E. (2016). Optimization of Physical Conditions for the Aqueous Extraction of Antioxidant Compounds from Ginger (*Zingiber officinale*) Applying a Box-Behnken Design. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, pp. 34–40.
- ✓ Reyes, C.J.; Yousef, G.G.; Martínez, P.R.A. & Lila M.A. (2005). Antioxidant capacity of fruits extracts of blackberry (*Rubus sp.*) produced in different climatic regions. *Journal of Food Science*, 70, pp. 497-503.
- ✓ Rieger, M. (2006). Blackberries and Raspberries (*Rubus spp.*). *Introduction to Fruit Crop*. University of Georgia (UGA), pp. 89-103.
- ✓ Rodríguez, G.M.; Guzmán M.S.; Andrade E.E. & Hernández L.D. (2010). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de jugo obtenido mediante tratamiento enzimático en zarzamora comercial (*Rubus spp*) del Estado de Michoacán. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- ✓ Ross, A.I. (2005). *Medicinal Plants of the World*. New Jersey: Human Press, pp. 505-560.
- ✓ SAGARPA (2004). Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo Rural, Pesca y alimentación. MEXICO, D.F
- ✓ Salazar, P.C.; Arredondo, G.O.; Bernal A.A. & Vázquez, M.G. (2006). Secretaría de Desarrollo Rural de Colima (SDRC). Dirección de Comercialización y Planeación. *Zarzamora: Perfil Comercial*, pp. 2-28.
- ✓ Sánchez, R.G. (2008). La red de Valor de la Zarzamora: El Cluster de Los Reyes Michoacán, un ejemplo de Reconversión Competitiva. “Sistema de Inteligencia de Mercados”. Fundación Produce Michoacán, A.C. 1ª ed. México, pp. 1-106.

- ✓ Santos, B.C. & Tomás, B.F. (2004). Sustancias fotoquímicas de frutas y hortalizas, su posible papel beneficioso para la salud. *Fundación Española de la Nutrición*.
- ✓ Schlaepfer, L. & Mendoza, E.J.A. (2010). Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 41 (4), pp. 20-17.
- ✓ Schroder, H.; Navarro, E.; Mora, J.; Galiano, D. & Tramullas, A. (2001). Effects of alpha-tocopherol, beta-carotene and ascorbic acid on oxidative, hormonal and enzymatic exercise stress markers in habitual training activity of professional basketball players. *European Journal of Nutrition*, 40, pp. 178-84.
- ✓ Shahidi, F. & Naczki, M. (2004). Phenolics in food and nutraceuticals. *CRC Press*, pp. 1-16. Londres.
- ✓ Sharrif, M.M. & Haddad, K.H. (2012). Ginger (*Zingiber officinale*): A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(26), pp. 4255-4258.
- ✓ Shukla, Y. & Singh, M. (2007). Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food and Chemical Toxicology*, 45(5), pp. 683-690.
- ✓ Strike, B.C.; Clark, J.R.; Finn, C.E. & Bañados, M.P. (2007). Worldwide Blackberry Production. *HorTechnology*, 17(2), pp. 205-213.
- ✓ Syafitri, M.D.; Levita, J.; Mukatin, M. & Diantini, A. (2018). A Review: Is Ginger (*Zingiber officinale* var. Roscoe) Potential for Future Phytomedicine?. *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 8, pp. 1-6.
- ✓ Talcott, S.T. (2007). Chemical components of berry fruits. In: *Berry fruit, Value Added Products for Health Promotion*. Ed. Yanyun, Z. pp. 51-72.
- ✓ Tanveer, S.; Shahzad, A. & Ahmed, W. (2014). Compositional and mineral profiling of *Zingiber officinale*. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 24(1), pp. 21-26.
- ✓ Tchombé, N.; Louajri, A. & Benajiba, M. (2012). Therapeutic effects of ginger (*Zingiber officinale*). *ISESCO Journal of Science and Technology*, 8(14), pp. 64-69.

- ✓ Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby, K.; Cisneros, Z.L. & Byrne D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, pp. 669–675.
- ✓ Valencia, S.C.E. & Guevara, P.Á. (2013). Elaboración de néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus L.*). *Scientia Agropecuaria*, 4, pp. 101-109.
- ✓ Wada, L. & Ou, B. (2002). Antioxidant Activity and Phenolic content of Oregon Caneberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, pp. 3495-3500.
- ✓ Wrolstad, R.E.; Durst, R.W. & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*, 16, pp. 423-428.
- ✓ Wrolstad, R.E.; Lee, D.D. & Poesi, M.E. (1980). Effect of microwave blanching on the color and composition of strawberry concentrate. *Journal of Food Sciences*, 45, pp. 1573-1577.
- ✓ Yildiz, Ö. & Peral-Eyduran, S. (2009). Functional components of berry fruits and their usage in food technologies. *African Journal of Agricultural Research*. 4(5), pp. 422-426.
- ✓ Zhaoa, X.; Aob, Q.; Dua, F.; Zhua, J. & Liuc, J. (2012). Surface characterization of ginger powder examined by X-ray photoelectron spectroscopy and scanning electron microscopy. *Colloids Sur B Biointerfaces*, 79(2), pp. 494-500.