



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área Académica de Química

Caracterización fisicoquímica de jengibre (*Zingiber officinale*) cultivado en la Sierra Norte de Puebla y determinación de su uso potencial en la elaboración de una bebida

T E S I S

Que para obtener el título de Licenciada en

Química en Alimentos

P R E S E N T A:

Estefania Trejo Calderón

Directora:

Dra. Judith Jaimez Ordaz

Co-Director:

Dr. Javier Añorve Morga

Mineral de la Reforma, Hidalgo; 2015.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

Licenciatura de Química en Alimentos

M. en A. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO, DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR DE LA U.A.E.H., Presente:

Por este conducto le comunico que el jurado asignado a la pasante de la Licenciatura de Química en Alimentos Estefanía Trejo Calderón, quien presenta el trabajo de investigación "Caracterización fisicoquímica de jengibre (Zingiber officinale) cultivado en la Sierra Norte de Puebla y determinación de su uso potencial en la elaboración de una bebida", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales, estos han decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

- Presidente Dr. Javier Añorve Morga
Primer vocal Dra. Judith Jaimez Ordaz
Segundo vocal Dra. Araceli Castañeda Ovando
Tercer vocal Dr. Luis Guillermo González Olivares
Secretario Dra. Elizabeth Contreras López
Primer suplente M. en Q. Juan Ramírez Godínez
Segundo suplente Q.A. Juan F. Gutiérrez Rodríguez

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

ATENTAMENTE "Amor, Orden y Progreso" Pachuca Hidalgo, 16 de junio de 2015.

Dr. Juan Arturo Álvarez Romero Coordinador Adjunto de la Licenciatura de Química en Alimentos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE HIDALGO



CENTRO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento, Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184 Tel. +52 771 7172000 ext. 2518 egomez@uaeh.edu.mx





Esta investigación se realizó en el laboratorio de Biotecnología II del Área Académica de Química de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Los resultados de este trabajo de investigación se presentaron en el **VI Foro de Alimentos**, realizado en el marco de las celebraciones del **XV aniversario de la Licenciatura en Química de Alimentos** el 23 de abril del 2015 en Ciudad del Conocimiento.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

a

Estefanía Trejo Calderón, Francisco González Mesillas, Judith Jaimez Ordaz, Luis Guillermo González Olivares, Araceli Castañeda Ovando, Elizabeth Contreras López, Javier Añorve Morga

Por efectuar la presentación del trabajo: Caracterización fisicoquímica de jengibre (Zingiber officinale) cultivado en la Sierra Norte del estado de Puebla durante su maduración, el día 23 de abril de 2015 en el Aula Magna Ing. Luis Espinosa Farías, en el marco de las celebraciones del XV aniversario de la Licenciatura en Química de Alimentos y el VI Foro de Alimentos.

Mineral de la Reforma, Hgo., a 23 de abril de 2015.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"



Dr. Orlandeo Avila Pozos
Director

Agradecimientos

A Dios, por su amor y porque a pesar de mis fallas, él permanece fiel.

Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo donde quiera que vayas. Josué 1:9.

A mi hermanito Luis, primero agradecer a Dios por tu vida y aunque seas unos años menor que yo me has enseñado que uno siempre debe luchar por sus sueños, gracias por apoyarme, te quiero mucho, DTB.

A mis padres María del Rosario y José Eleazar por su apoyo y amor incondicional, por su comprensión y por aguantar cada uno de mis berrinches, doy gracias a Dios por sus vidas.

A mi mamá Flavia y a mi tía Silvia gracias por cuidar de mí, por estar apoyándome en cada decisión, por su amor y por cada uno de sus sabios consejos, Dios las bendiga.

A mi abuelita Flor por su amor inocente y por compartir cada una de sus experiencias que me hacen visualizar el resultado del esfuerzo y del amor. DTB.

A mis tías Angélica y Jaqueline, gracias por impulsarme a ser mejor persona, por hacerme ver que tengo características únicas que Dios me ha otorgado para cumplir un propósito, las quiero.

A cada uno de los miembros de mi familia materna y paterna: tíos, primos sobrinos, aunque no convivamos mucho sé que están al tanto de mis actividades, los quiero.

A mis amigos y compañeros que conocí durante y después de la carrera: Mireya, Vero, Jimena, Jessica, Olga, Emmanuel, Francisco, Isaí, Carlos, Marlene, Fidel, Pako, Oscar, Abelina, Gaby, Jesi, gracias por hacer de esta etapa de mi vida una experiencia de aprendizaje, miles de recuerdos quedarán grabados en mi mente y corazón, se les quiere y desea lo mejor.

A Pako, por hacer más ameno este proyecto y por el buen equipo que formamos. Muchas gracias, se te quiere.

Dra. Judith, gracias porque sé que sus consejos siempre eran para que yo me diera cuenta que puedo ser mejor cada día, gracias por todo el apoyo brindado en este proyecto, Dios bendiga su vida.

A mis profesores, gracias por transmitirme sus conocimientos, y experiencias, sé que me serán de utilidad; sigan impulsando a más alumnos a ser mejores profesionistas.

Y a cada una de las personas que Dios ha cruzado en mi camino, por alguna razón lo hizo, porque en Dios no existen casualidades sino propósitos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Descripción y distribución geográfica de la planta y del rizoma de jengibre	10
2.2 Composición química del jengibre	11
2.2.1 Compuestos que influyen en el sabor del jengibre.....	13
2.3 Usos del jengibre	14
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos	19
5. MATERIALES Y MÉTODOS	21
5.1 Materia prima	21
5.2 Selección.....	21
5.3 Caracterización física	21
5.3.1 Determinación de volumen.....	22
5.4 Características organolépticas	22
5.5 Composición química.....	23
5.6 Determinación de minerales (Ca, Cu, Fe, Mn, P, Zn) por espectroscopía de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP)	24
5.6.1 Elaboración de la curva de calibración	24

5.6.2 Tratamiento de la muestra.....	24
5.7 Recuento de mohos y levaduras.....	25
5.7.1 Identificación de géneros fúngicos	25
5.8 Proceso de elaboración de una bebida de jengibre	26
5.8.1 Materias primas.....	26
5.8.2 Acondicionamiento de la materia prima	27
5.8.3 Obtención de los extractos acuosos de jengibre utilizados en la elaboración de la bebida	27
5.8.3.1 Extracto de jengibre	27
5.8.3.2 Extracto de jengibre-zarzamora	28
5.8.4 Medición de parámetros fisicoquímicos en las bebidas de jengibre	31
5.8.5 Evaluación sensorial de las bebidas	31
5.8.5.1 Jueces utilizados	31
5.8.5.2 Prueba de ordenamiento (por preferencia)	32
5.8.5.3 Preparación y presentación de las muestras.....	34
5.9 Tratamiento estadístico e interpretación de resultados	34
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
6.1 Determinación física.....	36
6.1.1 Determinación de peso.....	36
6.1.2 Determinación de tamaño y forma	37
6.1.3 Determinación de volumen.....	38
6.1.4 Determinación del número de ramificaciones o brotes	38

6.2 Análisis sensorial.....	39
6.2.1 Color.....	39
6.2.2 Sabor.....	40
6.2.3 Olor.....	40
6.3 Caracterización química.....	41
6.3.1 Análisis proximal.....	41
6.3.2 Cuantificación de minerales.....	42
6.4 Análisis microbiológico.....	43
6.4.1 Recuento de mohos y levaduras.....	43
6.4.2 Identificación de géneros fúngicos.....	44
6.5 Medición de parámetros fisicoquímicos de los extractos y de las bebidas elaboradas.....	45
6.5.1 Parámetros fisicoquímicos del extracto y bebida de jengibre.....	45
6.5.2 Parámetros fisicoquímicos del extracto y bebida de jengibre- zarzamora.....	47
6.6 Resultados de la evaluación sensorial de las bebidas a base de jengibre y jengibre y zarzamora.....	49
7. CONCLUSIONES.....	54
8. PERSPECTIVAS.....	56
9. REFERENCIAS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del jengibre de acuerdo a diferentes autores.....	12
Tabla 2. Métodos utilizados para el análisis proximal del jengibre	23
Tabla 3. Contenido de ingredientes para la formulación de bebidas a base de jengibre	28
Tabla 4. Formulación para las bebidas a base de extractos de jengibre-zarzamora.	29
Tabla 5. Códigos de las diversas formulaciones propuestas	34
Tabla 6. Pesos de las muestras de jengibre analizadas	36
Tabla 7. Tamaño promedio de las muestras de jengibre estudiadas	37
Tabla 8. Parámetros de color para muestras de jengibre analizadas	39
Tabla 9. Comparación de la composición proximal del jengibre analizado	41
Tabla 10. Cuantificación de minerales presentes en el jengibre (mg de mineral/100g de jengibre, base seca).....	43
Tabla 11. Resultados del recuento de mohos y levaduras en las muestras de jengibre analizadas	44
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos analizados en las diferentes formulaciones de los extractos acuosos de jengibre.....	46
Tabla 13. Valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en la bebida final de jengibre.....	47
Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos medidos en los extractos de jengibre-zarzamora	47

Tabla 15. Valores de los parámetros analizados en la bebida final de jengibre-zarzamora	48
Tabla 16. Resultados de la prueba de ordenamiento para las formulaciones propuestas para la bebida a base de extracto de jengibre	50
Tabla 17. Resultados de la prueba de ordenamiento para las bebidas de jengibre-zarzamora	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta (A) y rizoma de jengibre (B)	10
Figura 2. Estructura del gingerol	13
Figura 3. Estructura del shogaol.....	13
Figura 4. Parámetros medidos para la determinación del tamaño del rizoma	22
Figura 5. Proceso de elaboración de las bebidas a base de extractos de jengibre	30
Figura 6. Encuesta aplicada para la selección de jueces	32
Figura 7. Ficha utilizada en la prueba de ordenamiento por preferencia.....	33
Figura 8. Muestras de las bebidas elaboradas: a) bebida de jengibre, b) bebida de jengibre-zarzamora.....	34
Figura 9. Género <i>Aspergillus</i> spp.	44
Figura 10. Género <i>Cladosporium</i> spp.....	44
Figura 11. Género <i>Fusarium</i> spp.	45
Figura 12. Género <i>Penicillium</i> spp..	45

1

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

El jengibre es un rizoma que ha sido utilizado como especia durante más de 2000 años. Posee un aroma delicado y sabor ardiente. Su cultivo es tan antiguo que las civilizaciones griegas y romanas ya lo utilizaban, tanto por sus características de sabor, olor y aroma como por sus propiedades medicinales. La palabra jengibre deriva del sánscrito y significa "corniforme". Su nombre científico es *Zingiber officinale*. Toma diversos nombres vernaculares: ajengibre (Cuba), jengibre dulce (Puerto Rico), gingembre, gengibre (Antillas Francesas), ingwer (Alemania), gingembre (Francia), ginger (Inglaterra), gengibre, gengivre, mangaratiá (Portugal), kiong (China) y kión (Perú). Es originario de las zonas tropicales del sureste asiático, exactamente del área Indomalaya al sur de Asia y ha sido naturalizado en Jamaica, África, en las Indias occidentales, México y en la Florida. Para su cultivo requiere de un clima tropical húmedo, con una temperatura superior a los 30°C durante dos tercios del año y humedad de 80% a 95%. La provisión de sombra favorece su producción, no es muy exigente en cuanto a suelo, aunque se produce mejor en un terreno de fácil drenaje de agua de riego, pero rico en materia orgánica, con un pH de 5.5 – 7.0. El jengibre es una de las especias más versátiles existentes ya que puede usarse y comercializarse en diferentes formas, algunas de las más comunes son: en polvo, confituras, bebidas, aceite esencial, entre otros, por lo que su cultivo presenta excelentes expectativas de mercado internacional. A diferencia de lo que ocurre en Asia, Europa y países como Estados Unidos; en América Latina y, especialmente en México, el consumo de este rizoma es escaso y su producción es subaprovechada. En el estado de Puebla existe una agrupación de pequeños productores de jengibre que exportan la totalidad de su producción (entero en fresco y triturado congelado) ya que actualmente, en el mercado nacional, la demanda existente es baja. Con el presente trabajo se pretende contribuir a la diversificación en la comercialización, uso y consumo del jengibre producido en la Sierra Norte de Puebla a través de su caracterización fisicoquímica, en distintas etapas de maduración. Los datos obtenidos serán de utilidad para brindar información a los productores que les permita aplicar estrategias durante la manipulación y conservación de este rizoma en fresco, así como para proponer la utilización del jengibre como materia prima en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, en este caso, una bebida.

2

MARCO
TEÓRICO



2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción y distribución geográfica de la planta y del rizoma de jengibre

El jengibre (*Zingiber officinale*) es una especia y planta medicinal utilizada desde tiempos antiguos. Pertenece a la familia de las zingiberáceas, la cual cuenta con 24 géneros y unas 300 especies. La planta (Figura 1A) es similar a un lirio, alcanza hasta 1.8 m de altura y posee tallos con aspecto de hojas (Acuña y Torres, 2010) y tallos florales.



Figura 1. Planta (A) y rizoma de jengibre (B)

Estos últimos tienen pocas flores, cada una de ellas rodeada por una delgada bráctea y situadas en las axilas de grandes brácteas obtusas de color amarillo verdoso, que se encuentran estrechamente apretadas al final del tallo floral formando, en conjunto, una espiga oblongo aovada (Orellana, 2004).

La flor es asimétrica y presenta un cáliz tubuloso, una corola de color amarillo anaranjado; seis estaminodios en dos filas, la externa insertada en la boca de la corola con dos estaminodios posteriores pequeños y córneos y el interior petaloide, de color púrpura, manchado o dividido en tres lóbulos redondeados: ovario ínfero trilobular con estigma con forma de penacho; fruto y cápsula (Orellana, 2004).

Es una planta vivaz resistente, con un vigoroso rizoma rastrero horizontal que presenta tuberosidades y ramificaciones en forma de mano, a los cuales se les da el nombre de rizomas (Figura 1B), estos son tallos monopodiales, carnosos y aromáticos que pueden

llegar a medir hasta 50 cm de largo. Los rizomas están constituidos por las siguientes partes: las capas de corcho son producidas en la epidermis y forman de cuatro a ocho estratos de células de parénquima, alargadas en sentido tangencial, que se renuevan constantemente y le dan el aspecto seco y corchoso característico. La región cortical: es una capa oscura y grisácea constituida por parénquima, contiene abundante número de células con oleorresinas, las cuales son cuerpos elipsoides u ovoides y rellenan casi todo el espacio celular y haces vasculares. El cilindro central: separado de los tejidos corticales por la endodermis, que es una banda más clara, está constituido por parénquima que es rico en almidón, también contiene abundantes granos de oleorresina. Hay numerosos haces vasculares con bandas de colénquima que al secarse el rizoma aparecen como fibras suaves (Orellana, 2004).

El jengibre crece en todas las regiones tropicales del mundo y se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales de Asia, en partes de África, en India, Brasil y Jamaica. El jengibre se da en toda China, pero especialmente en las regiones centrales y meridionales. En la actualidad, casi el 50% de la cosecha mundial procede de la India aunque las variedades más caras y de mejor calidad generalmente provienen de Australia, India y Jamaica mientras que las más comercializadas provienen de China y Perú. El jengibre, como materia prima, se cultiva en países de escasa tecnología e industrias, mientras que la fabricación de productos intermedios y finales se lleva a cabo en países con desarrollo tecnológico (Acuña y Torres, 2010).

2.2 Composición química del jengibre

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 a los compuestos químicos (Tabla 1) organolépticos, fitoquímicos, etnobotánicos y farmacognósticos de los rizomas (Ali *et al.*, 2008).

Tabla 1. Composición química del jengibre de acuerdo a diferentes autores

Autor	Componentes medidos (%)					
	Humedad	Grasa	Fibra	Proteína	Cenizas	CHO's
Acuña et al., 2010	86.6	2.2	0.8	1.82	1.18	8.3
El-Ghorab et al., 2010	88.50	0.20	1.10	1.20	11.50	7.60
Odebunmi, Oluwaniyi y Bashiru, 2009	76.86	5.62	2.93	8.75	2.54	----
Tanveer, Shahzad y Ahmed, 2014	75.14	5.35	3.14	8.43	2.60	5.37
Woot-Tsuen et al., 1961. Citado por Orellana, 2004	87.0	0.80	0.90	1.60	1.0	9.0

CHO's: Carbohidratos

El jengibre, posee una oleorresina (4-7.5%) que contiene aceite esencial (fracción volátil) y resina (fracción no volátil). Los componentes del aceite esencial son los sesquiterpenos (α -zingibereno, arcurcumeno, β -bisaboleno) que proporcionan propiedades de aroma y los componentes de la resina son: [6]-gingerol, [6]-shogaol, zingerona, que otorgan la pungencia, la combinación de estos componentes otorgan al jengibre sus propiedades únicas de flavor (Acuña y Torres, 2010).

Además de los compuestos volátiles que aportan el olor típico de este rizoma, existe un grupo de compuestos no volátiles que aportan su pungencia y propiedades

farmacológicas importantes. Esta característica del jengibre ha sido objeto de investigación en los últimos sesenta años, pero sólo recientemente se han alcanzado conclusiones importantes sobre la naturaleza de los compuestos responsables. En la actualidad se conoce que la misma se debe a ciertos cetoalcoholes (gingeroles) relacionados con otras sustancias: shogaoles, paradoles y zingerona (Enríquez *et al.*, 2008).

2.2.1 Compuestos que influyen en el sabor del jengibre

El sabor pungente del jengibre se debe principalmente al contenido de cetonas fenólicas que actúan como compuestos bioactivos pungentes del rizoma; estas moléculas incluyen a los gingeroles que otorgan sabor a los jengibres frescos, el más abundante es el [6]-gingerol; el sabor en el jengibre seco se debe a los shogaoles que son formas deshidratadas de gingeroles derivados de procesamiento térmico (secado/calentamiento) o almacenamiento a largo plazo (Gallimore *et al.*, 2001; Bailey-Shaw *et al.*, 2008). Ambas moléculas existen como una serie de homólogos (n [4], n [6], n [8] y n [10]) con una gama de longitudes de cadena de alquilo no ramificados (Harvey, 1981). Los shogaoles cuentan con un doble enlace en el carbono 4,5, esto como resultado de la eliminación del grupo 5-hidroxi. Las estructuras químicas de gingerol, shogaol y compuestos relacionados se representan en sus estructuras representativas se muestran en las figuras 2 y 3 respectivamente, otros constituyentes son gingerdioles, paradoles y zingerona (He *et al.*, 1998).

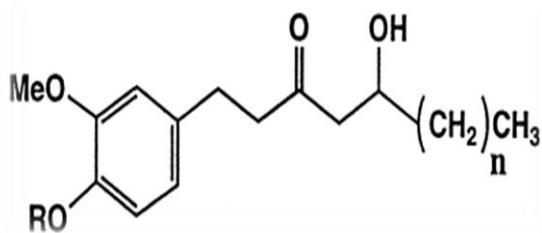


Figura 2. Estructura del gingerol

n= 2	[4]- gingerol
n= 4	[6]- gingerol
n= 5	[7]- gingerol
n= 6	[8]- gingerol
n= 8	[10]- gingerol

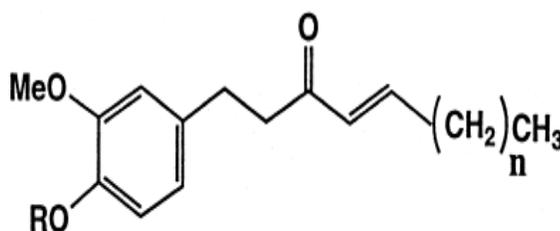


Figura 3. Estructura del shogaol

n= 2	[4]- shogaol
n= 4	[6]- shogaol
n= 6	[8]- shogaol
n= 8	[10]-shogaol
n= 10	[12]-shogaol

Fuente: He *et al.* 1998; Ali *et al.*, 2008

Resultados preliminares han indicado que el [6]-gingerol es relativamente estable en un intervalo de pH de 1 a 7 a 37°C, sin embargo, dicho compuesto sufre una transformación a temperaturas superiores a 60°C, pues más del 50% del gingerol se degrada a shogaol en un período de 24 horas (Bhattarai *et al.*, 2001).

2.3 Usos del jengibre

El rizoma del jengibre se utiliza desde la antigüedad, en todo el mundo, como una especia de cocina, condimento y planta medicinal (Sharrif y Haddad, 2012). La demanda de jengibre y sus productos en el mercado local e internacional es alta, y ha sido clasificado como el décimo producto más importante a nivel del mercado del comercio mundial. Generalmente se comercializa en el mercado internacional en forma de tres productos primarios: jengibre fresco, en conserva y seco (Abdulkareem *et al.*, 2011).

El jengibre es utilizado ampliamente en la cocina asiática, incluyendo la cocina china, japonesa, india, coreana, vietnamita, tailandesa y malaya (Alieva, 2012). Los rizomas de jengibre fresco y tierno son jugosos y carnosos y poseen un fuerte sabor. Se suelen conservar en vinagre como aperitivo o se añaden como ingrediente de muchos platos. Las raíces maduras son fibrosas y secas, su jugo es extremadamente picante y es utilizado para enmascarar otros aromas y sabores más fuertes. Esta especia, seca o en polvo, se utiliza principalmente en la preparación de alimentos dulces (caramelos, pan de jengibre, galletas y pasteles) y como saborizante principal de bebidas gaseosas sin alcohol como el “Ginger Ale” (Martínez *et al.*, 2013). Este rizoma también es ampliamente utilizado en otras presentaciones como: cristalizado, mermelada, conservas y en forma de infusión o decocciones (Alieva, 2012).

Además de su amplio uso como especia, el jengibre tiene una larga historia de uso medicinal que se remonta 2500 años en la medicina alternativa china e india. Contiene un número de diferentes principios activos que, además de impartir el sabor picante y el aroma característicos, le confieren ciertas actividades farmacológicas y fisiológicas probadas (Ali *et al.*, 2008). Como consecuencia de estos efectos benéficos para la salud, el jengibre ha sido ampliamente utilizado como ingrediente en diversos productos naturales comerciales que se ofrecen en el mercado emergente de alimentos funcionales y nutracéuticos (Bailey-Shaw *et al.*, 2008). También es utilizado ampliamente en la

medicina tradicional para una diversa gama de dolencias que incluyen 1) procesos inflamatorios como artritis y oseoartritis, esguinces, dolores musculares, dolor de garganta, calambres; 2) afecciones estomacales y problemas digestivos como estreñimiento, indigestión, vómitos, 3) otras tales como hipertensión, hipercolesterolemia, hiperglicemia, cáncer así como propiedades antibacteriales, antifúngicas y antihelmínticas (Zhao *et al.*, 2010; Alieva, 2012; Tchombé *et al.*, 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).

3

JUSTIFICACIÓN



3. JUSTIFICACIÓN

El jengibre posee un sabor y aroma característicos que son muy apreciados en distintas partes del mundo. Se utiliza principalmente como especia; es el principal componente del polvo curry y es esencial en la preparación de platillos en países árabes y orientales. Además, este rizoma posee importantes propiedades medicinales que han propiciado un aumento en el desarrollo, a nivel mundial, de productos alimenticios derivados del jengibre. Los principales países productores de jengibre son India, China, Tailandia e Indonesia encontrándose México como un productor minoritario. En la Sierra Norte de Puebla existe una agrupación de pequeños productores de jengibre, los cuales exportan la totalidad de su producción. Su principal mercado de destino es la Unión Europea, especialmente Alemania. El jengibre cultivado se exporta entero (en fresco) y triturado (congelado). Este mercado 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 aportar información sobre el jengibre producido en México, puesto que el principal objetivo es determinar las características físicas y la composición química del jengibre producido en la Sierra Norte de Puebla, en distintos estados de maduración. También se pretende contribuir a la diversificación de su uso a través de la propuesta de una bebida a base de jengibre. La información obtenida permitirá su adecuada utilización como materia prima en el desarrollo de nuevos productos alimenticios derivados de esta especia ya que esto representa una oportunidad comercial que debe ser aprovechada y maximizada.

4

OBJETIVOS



4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Caracterizar fisicoquímicamente el jengibre producido en la Sierra Norte de Puebla, en distintas etapas de maduración, mediante técnicas oficiales nacionales e internacionales, para su propuesta como materia prima en el desarrollo de una bebida.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físicas del jengibre analizado mediante las especificaciones establecidas en normas internacionales
- Analizar la composición química de las muestras bajo estudio mediante técnicas oficiales nacionales e internacionales
- Determinar la microflora presente en las muestras de jengibre analizado utilizando la técnica establecida en la NOM 111-SSA1-1984
- Proponer un procedimiento para la elaboración de una bebida a base de jengibre a partir de la propuesta de distintas formulaciones
- Determinar la formulación de las bebidas propuestas preferida por los consumidores a través de la realización de una prueba sensorial afectiva

5

**MATERIALES
Y MÉTODOS**



5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materia prima

La materia prima (rizomas de jengibre orgánico fresco) utilizada fue proporcionada por la empresa Productores Orgánicos de Black Berry de la Sierra Norte de Puebla, S.C. de R.L. Se analizaron dos muestras provenientes de parcelas diferentes ubicadas en el municipio de Xicotepec, Puebla. Una de las muestras se analizó en tres estados de maduración: 3 meses (3M), 5 meses (5M), 8 meses (8M) y de la otra, no se conocía su estado de maduración (MX). Los rizomas recién cosechados se transportaron en costales de malla de polietileno y se almacenaron en bolsas de polietileno en un congelador vertical a aproximadamente -4°C hasta su análisis.

5.2 Selección

Los rizomas de jengibre se esparcieron en una superficie plana y se seleccionaron aleatoriamente para la obtención de una muestra representativa de cada uno de los lotes analizados (el tamaño de muestra dependía de la cantidad total en kilogramos de jengibre proporcionado por la empresa). El peso total de la muestra de 3 meses fue de 1.469 kg, el de la muestra de 5 meses de 3.759 kg, el de la muestra de 8 meses de 3.739 kg y el de la muestra MX de 2.522 kg.

5.3 Caracterización física

La forma de los rizomas se determinó visualmente y se contó el número de ramificaciones. En la Figura 4 se observan los parámetros considerados (eje mayor, eje menor y espesor) para la determinación del tamaño del rizoma, el cual se midió con ayuda de un calibrador Vernier. El peso de los rizomas enteros se determinó con una balanza granataria (Torres, 2011). Los rizomas se clasificaron según su peso en 3 categorías: "A" grande (≥ 300 g), "B" mediano (200-299g), "C" pequeño (151-199g) según la norma del Codex Alimentarius para el jengibre (CODEX STAN 218-1999) y "D" para los rizomas fuera de norma. Para determinar el porcentaje de rizomas correspondientes a cada categoría, estos se pesaron individualmente.

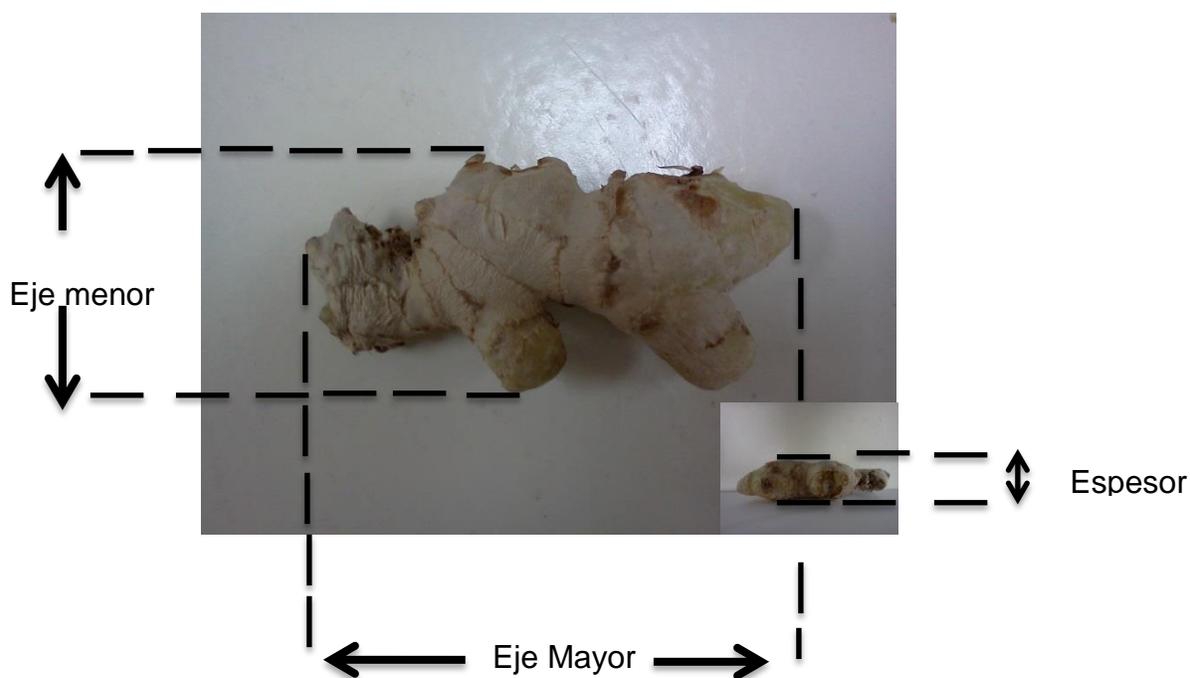


Figura 4. Parámetros medidos para la determinación del tamaño del rizoma

5.3.1 Determinación de volumen

El volumen se determinó mediante la inmersión de los rizomas en vasos de precipitado de 500 mL. La cantidad de agua desalojada constituyó el volumen de cada rizoma analizado (Torres, 2011).

5.4 Características organolépticas

Las características sensoriales evaluadas fueron olor, sabor y color. El olor y sabor de las muestras de jengibre en polvo se determinaron sensorialmente (Acuña y Torres, 2010). Para ello, las muestras de jengibre se evaluaron por olfacción directa a partir del recipiente que las contenían (bolsas de polietileno con cierre hermético) y se evaluó que cumpliera las especificaciones sensoriales establecidas en la NMX-F453-1983 para estos atributos (olor aromático agradable y ligeramente picante y sabor picante, astringente y libre de sabores extraños). Para la obtención de las muestras de jengibre en polvo, los rizomas con todo y cáscara, se cortaron en rodajas de aproximadamente 3mm de espesor (máquina cortadora OXO GOOD GRIPES). Las rodajas se colocaron en charolas de

plástico y se deshidrataron a temperatura ambiente durante 7 días. Una vez secas, se molieron utilizando un molino para café y especias (KRUPS/GX 4100) hasta obtener un polvo fino.

El color del jengibre en polvo se midió visual e instrumentalmente. Para la medición instrumental de este atributo se utilizó un colorímetro HunterLab y se determinaron los parámetros CIE L* (luminosidad), a* (coordenada rojo-verde) y b* (coordenada amarillo-azul) utilizando un iluminante D65 y un observador patrón CIE 1964 (10°).

Todas las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados obtenidos se compararon con una muestra comercial (MC) de jengibre en polvo existente en México (marca McCormick).

5.5 Composición química

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 2.

Tabla 2. Métodos utilizados para el análisis proximal del jengibre

Parámetro	Método
Humedad	AOAC 925.10 (1990): Método indirecto o de horno de aire
Proteína	AOAC 993.13 (1996): Método de combustión o Dumas
Extracto etéreo	AOAC 920.29 (1990): Método Soxhlet
Cenizas	AOAC 940.26 (1990): Método gravimétrico
Fibra cruda	AOAC 962.09 (1990): Método de fibra cruda
Carbohidratos	Por diferencia de peso

Fuente: AOAC, 1990; AOAC, 1996

5.6 Determinación de minerales (Ca, Cu, Fe, Mn, P, Zn) por espectroscopía de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP)

5.6.1 Elaboración de la curva de calibración

La curva de calibración multielemental utilizada para cuantificar la concentración de los minerales analizados se realizó utilizando sales de KMnO_4 , CaCO_3 , CuSO_4 , KH_2PO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, y Zn , las cuales fueron previamente secadas en un horno (Marca FELISA, Modelo FE-291AD) a 105°C durante dos horas. Posteriormente se pesó la cantidad necesaria correspondiente de cada mineral y se aforó a un volumen final de 100 mL de HNO_3 al 3%. Las concentraciones utilizadas fueron de 0.2–1 mg/L.

5.6.2 Tratamiento de la muestra

Inicialmente la digestión de las muestra se llevaría cabo mediante parrilla de calentamiento (en campana de extracción), es por ello que las muestras 3M y 5M se digitaron de este modo. Sin embargo, debido a que la digestión por este método requiere mucho tiempo, para las muestras 8M y MX se utilizó un equipo de sistema de reacción acelerada por microondas (modelo MARSX, CEM) equipado con un rotor para 14 recipientes de reacción de alta presión y sensores de presión y temperatura. Los vasos utilizados en este sistema fueron de teflón, modelo HP500 (CEM), los cuales soportan 500 psi de presión y 220°C de temperatura.

Para la digestión de las muestras por ambos métodos, se pesaron aproximadamente 0.5 g de muestra libre de humedad, a las cuales se les adicionaron 10 mL de HNO_3 concentrado después de lo cual se sometieron a calentamiento. En el caso de la digestión en parrilla, las muestras se calentaron hasta que la solución ya no presentaba partículas suspendidas. Para la digestión en microondas se utilizó una rampa de temperatura desde T_{amb} hasta 175°C durante 5.5 minutos y de 175°C a 180°C durante 4.5 minutos. El límite de presión de los vasos fue de 110 psi.

Una vez digeridas las muestras, se aforaron a un volumen final de 100 mL de HNO_3 al 3%. Cada uno de los estándares y las muestras se leyeron a la longitud de onda máxima de emisión de los diferentes minerales a determinar (Ca: 317.933 nm; Cu: 327.393 nm; Fe: 238.204 nm; Mn: 257.610 nm; P: 213.617 nm; Zn: 206.200 nm) por medio de un

equipo ICP. Simultáneamente se corrieron blancos consistentes en el mismo volumen de ácido pero sin muestra.

5.7 Recuento de mohos y levaduras

Durante el almacenamiento post-cosecha, es común que el jengibre fresco sufra deterioro por contaminación fúngica, lo que representa un problema debido a las pérdidas económicas provocadas y al riesgo que supone puesto que algunos mohos bajo ciertas condiciones pueden producir micotoxinas. El recuento de mohos y levaduras presentes en el jengibre se realizó a petición de los productores y se llevó a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

5.7.1 Identificación de géneros fúngicos

La identificación de las colonias fúngicas sólo se llevó a cabo a nivel de género, con base en sus características macroscópicas y microscópicas observadas a partir de cultivos puros. Dichos cultivos se obtuvieron a partir de las placas obtenidas en los recuentos de mohos y levaduras. Para ello, mediante un asa de platino se tomó un inóculo de esporas de las colonias de mohos crecidos y se depositó en tres sitios distintos en placas de Petri conteniendo agar Czapek. Las placas se incubaron a 25°C, durante el tiempo requerido para un desarrollo óptimo de la colonia fúngica (entre 3 y 5 días). Cada cepa se aisló por duplicado y se realizaron las resiembras necesarias hasta obtener cultivos puros.

Para la identificación y clasificación de los mohos presentes en las muestras de jengibre, se realizó un estudio macroscópico a simple vista, observando la morfología y la forma de crecimiento de las colonias sobre la superficie del medio. Inmediatamente, se procedió a realizar el estudio microscópico para lo cual, la muestra se preparó según la técnica de la cinta adhesiva (Rodríguez-Tudela y Avilés, 1991). Ésta consiste en aplicar una porción de cinta adhesiva transparente sobre la superficie de la colonia y pegarla posteriormente, por presión, sobre un portaobjetos en el que previamente se colocó una gota de azul de metileno. Posteriormente las muestras se observaron al microscopio y se identificaron y clasificaron de acuerdo a los criterios establecidos en el tratado de Von Arx (1981) y en el manual de Samson y colaboradores (2000).

Para la valoración de las características macroscópicas se tomaron en cuenta parámetros como coloración del anverso y reverso de las colonias, textura y presencia de pigmento difundido (Samson *et al.*, 2000) mientras que los principales parámetros microscópicos evaluados fueron la forma de los cuerpos fructíferos, la forma, disposición y ornamentación de las esporas y la forma y tamaño de las ascosporas (si había) (Von Arx, 1981; Samson *et al.*, 2000).

5.8 Proceso de elaboración de una bebida de 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 que pueden proporcionarle propiedades funcionales a los productos derivados de ellos, solos o combinados.

5.8.1 Materias primas

Las muestras de jengibre orgánico fresco, en un estado de maduración tardía (más de 8 meses) y las zarzamoras (congeladas) utilizados para la elaboración de la bebida fueron proporcionados por la empresa Productores Orgánicos de Black Berry de la Sierra Norte de Puebla, S.C. de R.L.

Los rizomas eran firmes, sanos, de color característico y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su uso. La etapa de maduración correspondía a la etapa en la que los empresarios normalmente cosechan y comercializan el jengibre y la que a su juicio, proporcionaría las características adecuadas de sabor y pungencia al producto desarrollado. Las zarzamoras se recibieron congeladas en una bolsa de plástico (aproximadamente 6 kg) y se almacenaron a -4°C. Previo a su utilización, las cantidades necesarias se descongelaron a temperatura ambiente durante aproximadamente 5 horas (Rodríguez *et al.*, 2010).

5.8.2 Acondicionamiento de la materia prima

Los rizomas de jengibre se lavaron con agua y jabón, para eliminarles restos de materia orgánica presente, así como también las partes dañadas por el transporte. Una vez lavados, se escurrieron y se pesaron. La epidermis se eliminó manualmente con un cuchillo de acero inoxidable.

Las zarzamoras congeladas utilizadas habían sido limpiadas y acondicionadas para su uso por parte de la empresa.

5.8.3 Obtención de los extractos acuosos de jengibre utilizados en la elaboración de la bebida

5.8.3.1 Extracto de jengibre

Para la obtención de los extractos acuosos de jengibre (Figura 5), se utilizaron 4 porcentajes diferentes de materia prima: 2.5%, 5%, 7.5% y 10% (p/v) (Tabla 3). Se eligieron estas proporciones con la finalidad de obtener diferentes niveles en la intensidad de la pungencia y sabor de la bebida propuesta. Para determinar la influencia del tamaño de partícula en la intensidad de la pungencia del extracto obtenido, la materia prima se utilizó licuada (JL) o cortada en rebanadas (JR).

Para la obtención del extracto a partir del jengibre licuado, las muestras, a las concentraciones estudiadas, se mezclaron con 250 mL de agua potable, 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 potable y se dejó reposar en un recipiente cerrado, durante 3 horas, a temperatura ambiente.

En cuanto al extracto obtenido a partir del jengibre cortado en rebanadas, el procedimiento fue similar al descrito previamente, pero la reducción de tamaño se realizó utilizando una máquina cortadora (OXO GOOD GRIPES) ajustando el grosor de la rebanada a 3mm. Las rebanadas obtenidas se recogieron en un recipiente conteniendo 250 mL de agua potable. Una vez obtenidas todas las rebanadas a partir de cada concentración de jengibre utilizado, el volumen de agua potable se completó a 1 litro en cada caso. La mezcla jengibre rebanado-agua se dejó en reposo por 3 horas. Una vez

completado el reposo, se filtró utilizando manta de cielo y se agregaron azúcar y ácido cítrico (Abdulkareem *et al.*, 2011) de acuerdo a la Tabla 3. Todos los extractos acuosos obtenidos se pasteurizaron a 75°C durante 5 minutos y se almacenaron en botellas de plástico a 4°C (Purnomo *et al.*, 2009 y Abdulkareem *et al.*, 2011).

Tabla 3. Contenido de ingredientes para la formulación de bebidas a base de jengibre

Ingredientes	Formulación 1 (JL1 y JR1)	Formulación 2 (JL2 y JR2)	Formulación 3 (JL3 y JR3)	Formulación 4 (JL4 y JR4)
Jengibre	2.5% (p/v)	5% (p/v)	7.5% (p/v)	10% (p/v)
Azúcar	5% (p/v)			
Ácido cítrico	0.07% (p/v)			

JL1: jengibre licuado 1, JL2: jengibre licuado 2, JL3: jengibre licuado 3, JL4: Jengibre licuado 4; JR1: jengibre rebanado1, JR2: jengibre rebanado 2, JR3: jengibre rebanado 3, JR4: jengibre rebanado 4

5.8.3.2 Extracto de jengibre-zarzamora

Se propuso una bebida con extracto de jengibre (a partir de jengibre licuado) y zarzamora, para la cual se obtuvo un extracto de jengibre siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 5.8.3.1. Una vez obtenido el extracto, se procedió a mezclarlo con azúcar y zarzamora a diferentes proporciones de acuerdo a las 3 diferentes formulaciones propuestas (Tabla 4). Una vez mezclados los ingredientes, se dejaron en maceración por 20 horas a temperatura ambiente en un recipiente tapado. Transcurrido este tiempo, se procedió a filtrar el macerado con manta de cielo y todas las muestras obtenidas fueron pasteurizadas a 75°C por 5 minutos (Rodríguez *et al.*, 2010; Vázquez-Araujo *et al.*, 2010)

Tabla 4. Formulación para las bebidas a base de extractos de jengibre-zarzamora.

Ingredientes	Formulación 1 (ZM1)	Formulación 2 (ZM2)	Formulación 3 (ZM3)
Zarzamora	20% (p/v)	20% (p/v)	10% (p/v)
Jengibre		5% (p/v)	
Azúcar	10% (p/v)	5% (p/v)	10% (p/v)

ZM1: Zarzamora 1, ZM2: Zarzamora 2. ZM3: Zarzamora 3

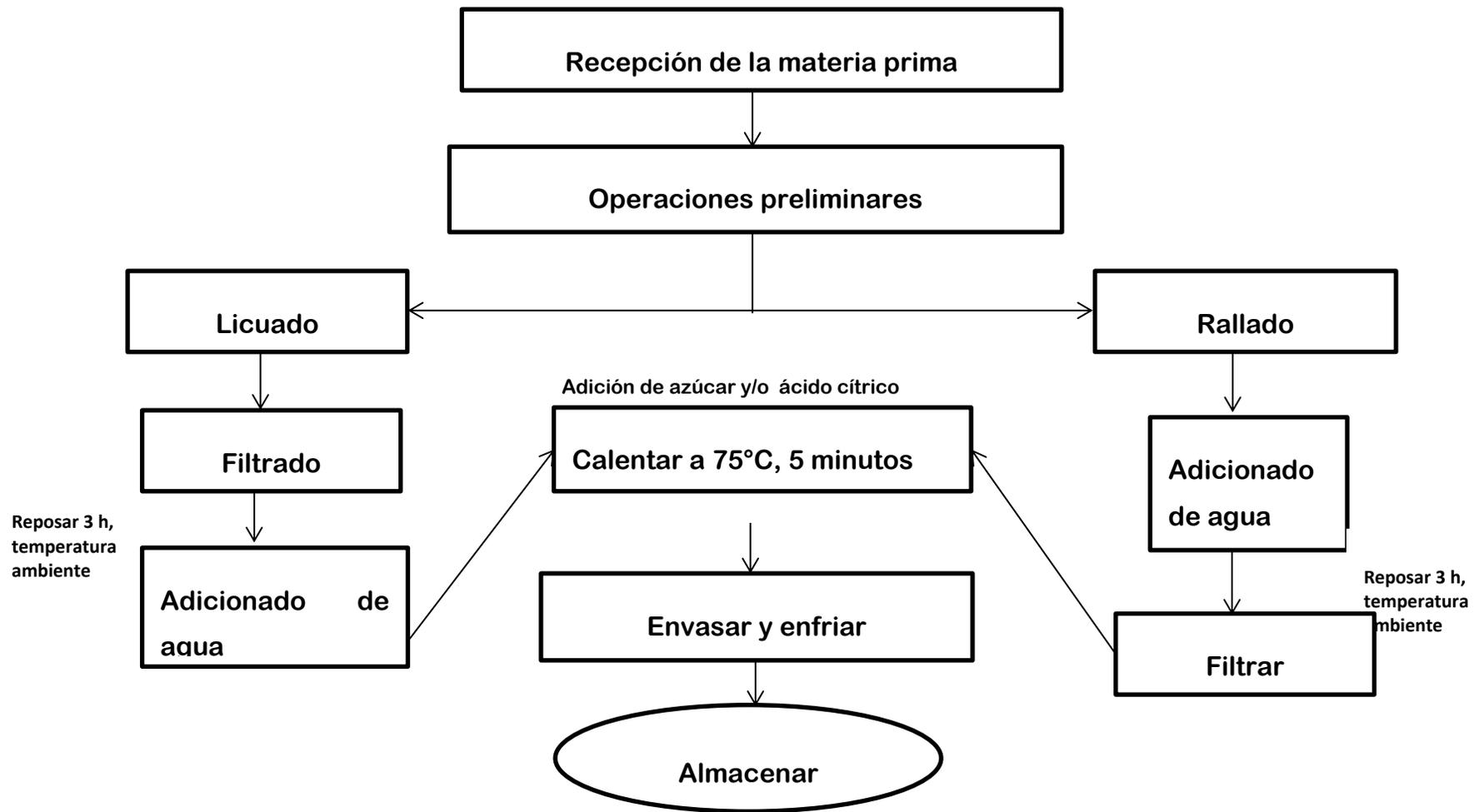


Figura 5. Proceso de elaboración de las bebidas a base de extractos de jengibre

5.8.4 Medición de parámetros fisicoquímicos en las bebidas de jengibre

A los extractos de jengibre y jengibre-zarzamora y a las bebidas finales obtenidas a partir de estos extractos, se les midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos: sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable (Vázquez-Araujo *et al.*, 2010).

Determinación de SST: para la medición de los sólidos totales se utilizó un refractómetro manual (Atago 0-30°Brix) sobre el cual se pusieron 2 gotas de cada muestra (extractos de jengibre y jengibre-zarzamora y bebidas finales) para su lectura a contra luz, reportando el resultado en grados Brix (°Bx).

Determinación de la acidez titulable: en un matraz Erlenmeyer de 50 mL se añadieron 10 mL de cada muestra y se agregaron de dos a tres gotas de fenolftaleína como indicador. Para los extractos de jengibre-zarzamora se midió 1 mL de muestra los cuales fueron diluidos con 10 mL de agua desionizada. 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.

Determinación de 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 muestra.

5.8.5 Evaluación sensorial de las bebidas

5.8.5.1 Jueces utilizados

La evaluación sensorial fue realizada por un grupo conformado por 16 jueces no entrenados de ambos sexos (consumidores habituales y/o potenciales del producto), previamente seleccionados por medio de una encuesta (Figura 6).

Fecha: _____

Instrucciones: Subraya la respuesta que conteste a cada una de las siguientes preguntas.

Género: F M Edad: _____ años Ocupación _____

1. ¿Conoces el jengibre?

SI

NO

2. ¿Lo has probado alguna vez?

SI

NO

3. ¿En qué productos has probado esta especia?

Comida Productos de panificación Bebidas o infusiones Otro _____

4. ¿Si existiera una bebida de jengibre en el mercado la comprarías?

SI

NO

¿Por qué? _____

5. ¿Te gustaría participar en una prueba sensorial para bebidas a base de jengibre con la finalidad de evaluarla preferencia de dicha bebida?

SI

NO

¿Por qué? _____

Gracias por acceder a contestar las preguntas, que tengas un buen día =)

Figura 6. Encuesta aplicada para la selección de jueces

5.8.5.2 Prueba de ordenamiento (por preferencia)

La evaluación sensorial de las formulaciones propuestas para las bebidas a base de jengibre se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial situado en el edificio de Química en Alimentos de la UAEH, el día 12 de noviembre de 2014.

Para elegir la formulación de las bebidas elaboradas preferida por los jueces se utilizó una prueba de ordenamiento. En esta prueba se le proporcionan al juez tres o más muestras que difieren en alguna propiedad y se les solicita que las ordenen de forma creciente o decreciente de acuerdo a dicha propiedad. En este caso, se les proporcionaron a los

jueces 4 muestras correspondientes a las formulaciones propuestas para la bebida a base de jengibre y 3 muestras de las formulaciones propuestas para la bebida de jengibre y zarzamora. Se solicitó a los jueces que las ordenaran conforme a su preferencia asignando el número 1 a la muestra más preferida y el número 4 ó 3 a la menos preferida para la bebida de jengibre y la de jengibre y zarzamora, (respectivamente). La ficha de cata utilizada se muestra en la Figura 7.

	Fecha: _____										
Género: <input type="radio"/> F <input type="radio"/> M	Edad: _____ años										
<p>Instrucciones: frente a usted se encuentran cuatro muestras de una bebida de jengibre, por favor pruébelas de izquierda a derecha y asígneles un orden según su preferencia usando la siguiente categoría: 1= la más preferida y 4 = la menos preferida.</p>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Nivel de preferencia</th> <th style="width: 40%;">Código de la muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">295</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">156</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">349</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">898</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de preferencia	Código de la muestra		295		156		349		898	
Nivel de preferencia	Código de la muestra										
	295										
	156										
	349										
	898										
Comentarios: _____											

	Fecha: _____								
Género: <input type="radio"/> F <input type="radio"/> M	Edad: _____ años								
<p>Instrucciones: frente a usted se encuentran tres muestras de una bebida de jengibre con extracto de zarzamoras, por favor pruébelas de izquierda a derecha y asígneles un orden según su preferencia usando la siguiente categoría: 1= la más preferida y 3= la menos preferida.</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Nivel de preferencia</th> <th style="width: 40%;">Código de la muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">216</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">137</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td style="text-align: center;">421</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de preferencia	Código de la muestra		216		137		421	
Nivel de preferencia	Código de la muestra								
	216								
	137								
	421								
Comentarios: _____									

Figura 7. Ficha utilizada en la prueba de ordenamiento por preferencia

5.8.5.3 Preparación y presentación de las muestras

Todas las muestras analizadas se codificaron con números de tres dígitos elegidos al azar (Tabla 5) y se sirvieron en vasos desechables con capacidad de 50 mL (Figura 8). Las muestras se mantuvieron en refrigeración y se sirvieron a 4°C.

Tabla 5. Códigos de las diversas formulaciones propuestas

Muestra	JL 1	JL2	JL3	JL4	ZM1	ZM2	ZM3
Código	295	156	349	898	137	216	421



Figura 8. Muestras de las bebidas elaboradas: a) bebida de jengibre, b) bebida de jengibre-zarzamora

5.9 Tratamiento estadístico e interpretación de resultados

Para determinar diferencias significativas entre los resultados de los parámetros analizados se realizó un ANOVA de dos factores con el programa Minitab 16.

Para la interpretación de los resultados de la evaluación sensorial de las formulaciones propuestas para las bebidas elaboradas a base de jengibre se utilizó el método totales de rangos. En este método se obtienen los totales de los rangos asignados a cada muestra y se consulta la tabla "Totales de rangos requeridos para significancia al nivel del 5% ($p \leq 0,05$)" (Anzaldúa-Morales, 1994).

6

RESULTADOS Y DISCUSIONES



6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Determinación física

6.1.1 Determinación de peso

Según el *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 218-1999), los rizomas de jengibre se clasifican por su calibre (peso en gramos) en tres categorías: A (≥ 300), B (200-299) y C (151-199). Sin embargo, algunos de los rizomas analizados presentaron pesos inferiores a los especificados en dichas categorías por lo que se agruparon en la categoría D, designada para efectos de esta investigación, para pesos inferiores a 150 g (Tabla 6).

Tabla 6. Pesos de las muestras de jengibre analizadas

Muestra	Peso total de lote (g)	No. Total de muestras (pza.)	Peso promedio por muestra (g)	Categorías			
				% A	% B	% C	% D
3 M	1469.07	134	10.96	0	0	0	100
5 M	3759.47	32	117.48	0	18.83	8.76	72.41
8 M	3739.05	37	101.05	0	17.94	21.94	60.22
MX	2522.1	43	58.65	0	0	0	100

Todos los rizomas analizados presentaron pesos inferiores a 150 gramos. Estos resultados son similares a los reportados por Onu y Okafor (2002) quienes determinaron algunos parámetros físicos, entre ellos el peso, en muestras de jengibre nigeriano. Los datos obtenidos también fueron comparados con los reportados por Torres (2011) y Akhtar y colaboradores (2013) para muestras de jengibre cultivadas en Ecuador y Bangladesh, respectivamente. Al igual que en nuestro estudio, todas las muestras de jengibre analizadas por los autores mencionados, se encontraron fuera de las categorías establecidas por el *Codex Alimentarius* ya que el peso promedio determinado por Onu y Okafor (2002) fue de 10.8 a 91.8 g; el de Torres (2011) de entre 48.85 y 118.66 gramos y el de Akhtar y colaboradores (2013) de entre 20.74 y 122.06 gramos.

Los pesos obtenidos para las muestras analizadas en este trabajo se deben a que se trataba de muestras de jengibre muy joven (jengibre “baby”) y es conocido que tanto el tamaño como el peso del rizoma aumenta conforme aumenta el estado de madurez. El jengibre “baby” es más pequeño y suave mientras que el jengibre maduro es más grande y fibroso. La empresa que proporcionó las muestras para su análisis generalmente comercializa sus rizomas al alcanzar, al menos, los 8 meses de edad. En este estado de madurez las muestras ya alcanzan pesos superiores a los 100 gramos (Flores, 2012).

Sin embargo, en el caso de los estudios citados previamente para discutir el peso de los rizomas, no se menciona el estado de maduración del jengibre utilizado en dichos trabajos por lo que no es posible correlacionar la edad con los parámetros físicos determinados por ellos.

6.1.2 Determinación de tamaño y forma

En la Tabla 7 se muestran los resultados de los parámetros medidos para la determinación del tamaño de los rizomas. Solo la muestra de 8 meses coincide con los datos de eje mayor y menor (13.81 y 7.72 cm, respectivamente) reportados por Torres (2011) para una de las muestras de jengibre ecuatoriano analizadas.

Tabla 7. Tamaño promedio de las muestras de jengibre estudiadas

Dimensiones	Muestra 3 meses (3M)	Muestra 5 meses (5M)	Muestra 8 meses (8M)	Muestra de parcela diferente (MX)
Eje mayor (cm)	6.11 ± 0.06	13.45 ± 0.10	13.85 ± 0.09	8.60 ± 0.20
Eje menor (cm)	3.07 ± 0.08	6.60 ± 0.15	7.48 ± 0.12	2.50 ± 0.08
Espesor (cm)	1.52 ± 0.05	3.70 ± 0.04	2.90 ± 0.07	1.60 ± 0.15

Por otro lado, Akhtar y colaboradores (2013) reportaron datos de eje mayor (4.7-10.44 cm), eje menor (1.58-4.6 cm) y espesor (1.96-4.44 cm) para 10 muestras de jengibre cultivado en Bangladesh mientras que Onu y Okafor (2002) determinaron los mismos parámetros (eje mayor, eje menor y espesor) en jengibre nigeriano obteniendo valores de

3 - 13.3, 1.8 – 7.3 y 0.9 - 3.6 cm, respectivamente. Comparando los resultados obtenidos en el presente trabajo, las muestras eran, en general, de tamaño similar o más grande que las muestras de jengibre cultivadas en Nigeria mientras que las muestras 3M, 5M y MX eran más pequeñas comparadas con el jengibre de Ecuador.

6.1.3 Determinación de volumen

Los resultados de la determinación del volumen obtenidos fueron 21 cm³, 210 cm³, 245 cm³ y 26 cm³ como valores promedio para las muestras 3M, 5M, 8M y MX, respectivamente. Estos datos fueron comparados con los reportados por Torres (2011), (53 -133 cm³) resultando superiores en el caso de las muestras 5M y 8M así como con los determinados por Onu y Okafor (2002) (7.43 - 64 cm³).

Existe poca información en la literatura acerca de los parámetros de peso, dimensiones y volumen determinados en muestras de jengibre, ya que no suelen ser incluidos como medidas durante su análisis. Sin embargo, es importante conocer dichos parámetros cuando el jengibre va a ser procesado ya que Onu y Okafor (2002) encontraron que el tamaño, peso y el área de la superficie de los rizomas de jengibre, tienen gran influencia en la eficiencia del rebanado.

6.1.4 Determinación del número de ramificaciones o brotes

Los rizomas analizados presentaron formas irregulares debido a las ramificaciones que se desprenden de su cuerpo central. Las muestras 3M y MX presentaron 2 ramificaciones en promedio. Estos resultados son similares a los obtenidos por Torres (2011) quien reportó un promedio de 3 ramificaciones en los rizomas analizados aunque inferiores a los de las muestras 5M y 8M que presentaron, en promedio, 6 ramificaciones. Los rizomas de las muestras 3M y MX mostraron mayor uniformidad debido a que sus ramificaciones fueron menos pronunciadas en comparación a los rizomas de 5M y 8M en donde se pudo observar que las ramificaciones son más alargadas y carnosas. Estos resultados concuerdan con lo esperado pues el tamaño y número de ramificaciones aumenta conforme el rizoma crece.

6.2 Análisis sensorial

6.2.1 Color

En la Tabla 8 se indican las lecturas registradas para los parámetros L* (luminosidad), a* (rojo-verde) y b* (azul-amarillo) analizados en las muestras de jengibre en polvo. Los resultados indican diferencias significativas entre los parámetros medidos en todas las muestras. Sin embargo, la muestra 8M fue la que presentó mayor similitud con la muestra comercial en cuanto a luminosidad (L). Con respecto a los parámetros a y b, la mejor aproximación en estos resultados fue con la muestra 5M y 3M, respectivamente. Cabe mencionar que a simple vista, las muestras 3M y MX presentaron un color similar (amarillo claro) al de la muestra comercial (MC) mientras que las muestras de 5M y 8M presentaron un color más oscuro (café-amarillento).

Tabla 8. Parámetros de color para muestras de jengibre analizadas

Parámetros	Muestras				
	3M	5M	8M	MX	MC
L*	22.92 ± 0.06 ^a	18.20 ± 0.30 ^d	19.95 ± 0.13 ^b	15.99 ± 0.10 ^e	19.62 ± 0.05 ^c
a*	2.40 ± 0.03 ^d	4.55 ± 0.06 ^a	2.63 ± 0.09 ^c	2.57 ± 0.04 ^c	4.31 ± 0.05 ^b
b*	16.84 ± 0.06 ^a	14.51 ± 0.10 ^b	7.78 ± 0.07 ^c	6.66 ± 0.05 ^d	16.87 ± 0.05 ^a

Superíndices diferentes dentro de la misma fila, denotan diferencia significativa a un nivel de significación del 95%. Media ± SD: desviación estándar de 3 réplicas.

Estas diferencias de color pueden atribuirse a que el jengibre contiene terpenoides, los cuales son pigmentos carotenoides cuyo color varía desde amarillo pálido, pasando por anaranjado, hasta rojo oscuro, lo cual se encuentra directamente relacionado con su estructura. Los dobles enlaces carbono-carbono interactúan entre sí durante el paso del tiempo en un proceso llamado conjugación; mientras el número de enlaces dobles conjugados aumenta, la longitud de onda de la luz absorbida también lo hace,

proporcionando al compuesto una apariencia más oscura, teniendo en cuenta además, que el contenido de carotenoides aumenta con la edad del jengibre (Martínez *et al.*, 2013).

6.2.2 Sabor

El sabor de las muestras de jengibre, tanto las de diferente estado de maduración como las muestras provenientes de la parcela distinta, fue característico, sin embargo; en comparación con la muestra comercial, la intensidad de la pungencia fue mayor. Es probable que el jengibre utilizado para la preparación de la muestra comercial se encontrara en un estado de maduración menor al de las muestras analizadas pues de acuerdo con estudios realizados por Bailey-Shaw y colaboradores (2008), las moléculas de [6]-gingerol, [6]-shogaol y sus análogos, encargadas de impartir la pungencia en este tipo de alimentos, tienen cambios en sus concentraciones dependiendo del estado de maduración en el que se encuentre el rizoma. En el jengibre fresco la molécula de [6]-gingerol está en mayor proporción que el [6]-shogaol, ocurriendo lo contrario en las muestras con un estado de madurez mayor. De igual modo, se sabe que el sabor característico del jengibre está dado por su contenido de oleorresina, la cual está constituida por una mezcla de aceite esencial y resina (Acuña y Torres, 2010). En este estudio, se desconoce el método de secado utilizado para la preparación de la muestra comercial y variables como la temperatura y el tiempo, pueden provocar pérdidas en la concentración de aceite esencial presente en la muestra (Martínez, 2003) lo cual explicaría las diferencias observadas. Además, la composición química del jengibre es diferente de acuerdo a la variedad utilizada (Ali *et al.*, 2008).

6.2.3 Olor

Al igual que el sabor, el olor de las muestras fue característico, pero con distinto grado de intensidad (8M≈5M>MX>3M>MC). Este atributo está dado por el contenido de aceite esencial del jengibre, el cual contiene moléculas de sesquiterpenos (α -zingibereno, arcurcumeno, β -bisaboleno) que aumentan conforme aumenta el estado de madurez. Sin embargo, diversos autores mencionan que la composición del aceite esencial es muy variable; factores como la procedencia geográfica, el estado de madurez, el proceso de secado, la temperatura, el contenido de agua, entre otros, contribuyen con estas variaciones (Wohlmuth *et al.*, 2006; Ali *et al.*, 2008; Acuña y Torres, 2010).

6.3 Caracterización química

6.3.1 Análisis proximal

En la Tabla 9, se presenta una comparación de la composición proximal de las muestras analizadas con algunos datos reportados en la literatura.

Tabla 9. Comparación de la composición proximal del jengibre analizado

Parámetro	Muestras			
	3M	5M	8M	MX
% Humedad	88.98 ± 0.90 ^a	86.95 ± 1.11 ^b	85.28 ± 0.41 ^c	89.27 ± 0.53 ^a
% Cenizas	1.19 ± 0.02 ^a	0.63 ± 0.06 ^d	0.74 ± 0.02 ^b	0.99 ± 0.03 ^c
% Grasa	0.12 ± 0.01 ^b	0.24 ± 0.02 ^a	0.14 ± 0.01 ^b	0.07 ± 0.02 ^c
% Proteína	1.84 ± 0.14 ^a	1.33 ± 0.14 ^b	1.37 ± 0.12 ^b	1.19 ± 0.36 ^b
% Fibra	4.26 ± 0.42 ^d	8.91 ± 0.81 ^b	9.96 ± 0.07 ^a	5.27 ± 0.05 ^c
% Carbohidratos	3.61 ± 0.08 ^a	1.94 ± 0.25 ^d	2.51 ± 0.33 ^c	3.21 ± 0.12 ^b

Superíndices diferentes dentro de la misma fila, denotan diferencia significativa a un nivel de significación del 95%. Media ± SD: desviación estándar de 3 réplicas

En general, los resultados obtenidos son significativamente diferentes entre sí, a excepción del contenido de proteína, que es similar en las muestras 5M, 8M y MX. Del mismo modo, las muestras 3M y MX y 3M y 8M, presentaron valores semejantes de humedad y grasa, respectivamente. Los resultados de la tabla mencionada fueron comparados con la Tabla 1 y se observa que los resultados de las muestras analizadas concuerdan con los reportados por distintos autores, a excepción del contenido de fibra que es superior en todos los casos. Las variaciones observadas se pueden atribuir a diversos factores como: lugar de origen, variedad, composición del suelo, condiciones de

cultivo, estado de madurez, presentación del rizoma (si es fresco o seco) y a las condiciones climáticas, entre otros (Ali *et al.*, 2008).

En este estudio, los rizomas analizados (3M, 5M y 8M) solo varían en cuanto a su estado de madurez, pues pertenecen a la misma variedad y fueron cultivados en el mismo tipo de suelo y clima. Se observó que el estado de madurez influyó de manera directa sobre el contenido de proteína y porcentaje de cenizas, puesto que al inicio de su crecimiento necesita de estos elementos para su adecuado desarrollo. Con lo que respecta al contenido de fibra, la diferencia se debe a que los rizomas maduros son fibrosos y secos, en comparación con los rizomas frescos que son jugosos y carnosos (Martínez *et al.*, 2013) atribuyéndose dicho cambio a las variaciones que ocurren en el contenido de humedad, y también en el contenido y tipo de carbohidratos y grasa.

6.3.2 Cuantificación de minerales

En la Tabla 10, se presenta una comparación del contenido de minerales (Ca, Zn, P, Mn, Fe y Cu) de las muestras 3M, 5M, 8M y MX. Aunque las muestras 3, 5 y 8 M provenían de la misma parcela y todas (incluida la muestra MX) pertenecían a la misma variedad, se observó que en general, los resultados difieren significativamente entre sí, siendo el contenido de Fe y Mn, el único que mostró una tendencia a aumentar conforme el estado de madurez del jengibre era mayor. Ninguno de los resultados obtenidos concuerda con los reportados por otros autores (Famurewa *et al.*, 2011, Latona *et al.*, 2012; Tanveer *et al.*, 2014) cuyos resultados tampoco son similares entre sí. Las variaciones observadas con respecto al contenido de minerales analizados, se podrían atribuir a que la composición química del jengibre puede variar dependiendo de diversos factores como la composición del suelo y el estado de madurez (Ali *et al.*, 2008). Otro factor que pudo haber contribuido en las variaciones observadas es la utilización de dos métodos diferentes para la digestión de las muestras.

Tabla 10. Cuantificación de minerales presentes en el jengibre (mg de mineral/100g de jengibre, base seca)

Minerales	Muestras			
	3M	5M	8M	MX
Ca	153.71 ± 3.23 ^a	220.34 ± 26.09 ^c	218.24 ± 12.46 ^c	187.40 ± 13.20 ^b
Cu	39.78 ± 4.58 ^c	37.30 ± 9.24 ^c	0.20 ± 0.01 ^a	0.23 ± 0.0007 ^a
Fe	24.14 ± 3.10 ^a	38.41 ± 2.71 ^b	96.18 ± 12.74 ^c	23.56 ± 1.68 ^a
P	7.34 ± 0.18 ^d	3.88 ± 0.62 ^c	0.010 ± 0.002 ^a	0.30 ± 0.02 ^b
Mn	18.46 ± 0.42 ^b	17.89 ± 1.49 ^b	176.05 ± 48.89 ^c	10.70 ± 0.84 ^a
Zn	5.17 ± 0.24 ^a	32.24 ± 7.38 ^b	≥LOD	≥LOD

Superíndices diferentes dentro de la misma fila, denotan diferencia significativa a un nivel de significación del 95%. LOD de Zn = 0.01075mg de mineral/100g de jengibre. Media ± SD: desviación estándar de 3 replicas

6.4 Análisis microbiológico

6.4.1 Recuento de mohos y levaduras

El jengibre se consume tanto en fresco como deshidratado. Este último, correctamente manipulado y envasado, prácticamente no presenta problemas de contaminación. Sin embargo, a nivel mundial, enormes cantidades de jengibre producido se consumen en fresco. En este estado, los rizomas pueden estar expuestos a una amplia gama de contaminación microbiana durante la pre y post-cosecha. Esta contaminación puede ocurrir durante el proceso de almacenamiento, distribución, venta y/o el uso principalmente debido a las condiciones en las que se cultivan, cosechan y procesan (Mishra *et al.*, 2004).

Las muestras 3M, 8M y MX presentaron bajos recuentos de mohos y levaduras (Tabla 11). Estos resultados son muy inferiores a los reportados por Mendi y colaboradores (2009) (10^9 - 10^{10} UFC/g) para jengibre fresco producido en África. La muestra 5M que presentó un conteo del orden de 10^5 UFC/g de producto, a diferencia de las otras

muestras, fue lavada (bajo condiciones no conocidas) 24 horas antes de su entrega en laboratorio para su análisis. La humedad adquirida con esta operación así como la calidad de las superficies, agua y aire que estuvieron en contacto con la muestra durante la misma, pudieron haber influido en el recuento obtenido.

Tabla 11. Resultados del recuento de mohos y levaduras en las muestras de jengibre analizadas

3M	5 M	8 M	M X
23 UFC / g	194000 UFC / g	40 UFC/ g	110 UFC/ g
Unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de mohos en agar papa - dextrosa acidificado, incubadas a 25 ± 1°C durante 5 días			

El principal factor de deterioro durante el almacenamiento de jengibre fresco es la contaminación por hongos, proporcionando así un aceleramiento en el deterioro de los rizomas, dichos hongos pueden generar la producción de micotoxinas (Mishra *et al.*, 2004; Hashem y Alamri, 2010). Es por ello que la determinación de los géneros fúngicos presentes en los rizomas resulta de interés para prevenir su crecimiento.

6.4.2 Identificación de géneros fúngicos

Durante el recuento de mohos, de las muestras 3M y 5M se aislaron e identificaron 4 géneros fúngicos: *Aspergillus* (Figura 9), *Cladosporium* (Figura 10), *Fusarium* (Figura 11) y *Penicillium* (Figura 12). En las muestras 8M y MX únicamente crecieron levaduras.

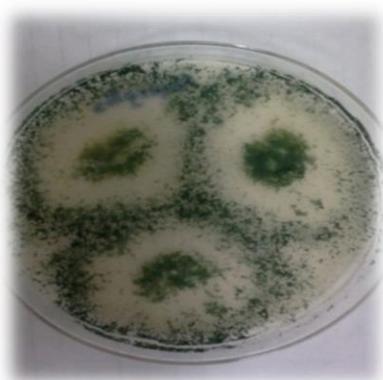


Figura 9. Género *Aspergillus* spp.

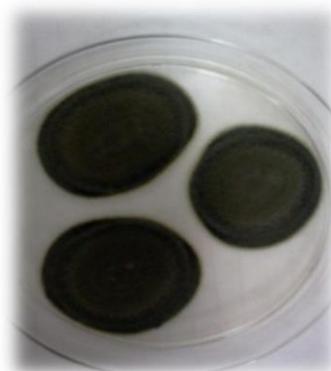


Figura 10. Género *Cladosporium* spp

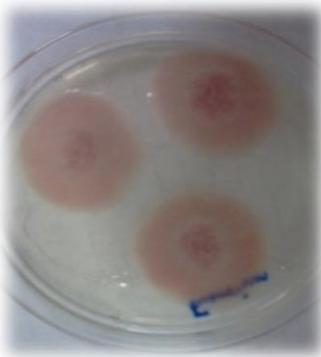


Figura 11. Género *Fusarium* spp.



Figura 12. Género *Penicillium* spp.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por Intra y colaboradores (2013) en jengibre fresco cultivado en Brasil donde se aislaron cepas pertenecientes a diversas especies de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* y también con lo reportado por Hashem y Alamri (2010) para jengibre fresco procedente de Arabia Saudita donde se encontraron cepas de diversas especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Estos mismos géneros resultaron ser los predominantes en el estudio realizado por Koul y Sumbali (2010) en jengibre (seco) comercializado en la India. Estos autores también determinaron la presencia de aflatoxinas, patulina y citrinina (micotoxinas producidas por los géneros fúngicos aislados en las muestras de jengibre seco analizadas).

6.5 Medición de parámetros fisicoquímicos de los extractos y de las bebidas elaboradas

6.5.1 Parámetros fisicoquímicos del extracto y bebida de jengibre

La Tabla 12 presenta una comparación en los resultados de los parámetros medidos de los extractos obtenidos a partir de jengibre licuado (JL) y jengibre cortado en rebanadas (JR). En cuanto al pH, este se encontró cercano a la neutralidad (6.7-7.3) consecuentemente, los valores de acidez obtenidos de estas muestras eran bajos (0.006-0.014). Ninguno de los extractos acuosos de jengibre licuado o rebanado presentó sólidos solubles. Estos resultados son lógicos ya que el extracto solo contiene agua y las sustancias extraídas del jengibre que no aportan sólidos.

Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos analizados en las diferentes formulaciones de los extractos acuosos de jengibre

Parámetros	Muestras							
	JL1	JR1	JL2	JR2	JL3	JR3	JL4	JR4
pH	6.8	7.1	6.7	6.9	6.9	7.2	6.9	7.3
Acidez (%)	0.006	0.0085	0.009	0.012	0.006	0.014	0.009	0.023
°Bx	0	0	0	0	0	0	0	0

JL: jengibre licuado JR: jengibre cortado en rebanadas

La Tabla 13 muestra los resultados obtenidos en las bebidas preparadas a partir de los extractos JL y JR. Se observó una disminución del pH debido a la incorporación de ácido cítrico a las bebidas (BJL y BJR). Los valores de pH observados son menores al reportado (4.2) por Abdulkareem y colaboradores (2011) para una bebida de jengibre aunque son similares a los obtenidos por los mismos autores al carbonatar a distintos niveles la bebida (2.8-3.4). Los resultados también indican que la forma de preparación de la materia prima influye en el pH pues todos los valores obtenidos en las bebidas preparadas con el extracto obtenido con el jengibre licuado fueron más bajos que los de sus homólogas preparadas a partir del extracto obtenido de jengibre cortado en rebanadas. En cuanto a la acidez, los valores aumentaron ligeramente.

En las bebidas, los °Bx aumentaron debido a la adición de azúcar; aunque los valores observados son inferiores (5.3-5.7) a los reportados por los autores mencionados (10.8) en el párrafo anterior para la bebida sin carbonatar.

Tabla 13. Valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en la bebida final de jengibre

Parámetros	Muestras							
	BJL1	BJR1	BJL2	BJR2	BJL3	BJR3	BJL4	BJR4
pH	3.1	3.9	3.1	3.9	3.2	3.7	3.3	3.8
Acidez (%)	0.085	0.079	0.094	0.081	0.092	0.083	0.102	0.081
°Bx	5.3	5.3	5.5	5.5	5.7	5.7	5.8	5.5

BJM: Bebida de jengibre licuado BJR: Bebida de jengibre rebanado

6.5.2 Parámetros fisicoquímicos del extracto y bebida de jengibre-zarzamora

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos en los extractos y las bebidas de jengibre-zarzamora se muestran en las Tablas 14 y 15.

Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos medidos en los extractos de jengibre-zarzamora

Parámetros	Muestras		
	ZL1	ZL2	ZL3
pH	3.33	3.23	3.36
Acidez (%)	2.23	3.13	1.56
°Bx	10.46	5.73	10.1

ZL: zarzamora/jengibre licuado

A diferencia del extracto de jengibre solo, el extracto combinado con zarzamora presentó valores de pH ácidos (3.23-3.36) y valores elevados de °Bx (5.73-10.4) debido a la contribución de la fruta y el azúcar añadidos. Para la obtención de este extracto, se añadió el azúcar previo a la maceración para favorecer la extracción de pectinas y con ello facilitar su posterior separación para la obtención de una bebida poco turbia ya que la bebida final obtenida no se clarificó.

Las variaciones observadas en los resultados de pH, acidez y °Bx para las distintas formulaciones propuestas son resultado de la variación en la concentración de zarzamora y azúcar añadidas. En el caso de las formulaciones ZL1 y ZL2, la cantidad de zarzamora

fue la misma y solo variaron en la cantidad de azúcar mientras que ZL3 contenía menor cantidad de fruta y la misma proporción de azúcar que ZL1.

En la tabla 15 se observan los resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos en la bebida final obtenida para cada formulación, observándose valores muy similares a los obtenidos para el extracto.

Tabla 15. Valores de los parámetros analizados en la bebida final de jengibre-zarzamora

Parámetros	Muestras		
	BZ1	BZ2	BZ3
pH	3.2	3.16	3.3
Acidez (%)	2.46	3.23	1.72
°BX	10.83	5.86	10.23

BZ: Bebida de zarzamora

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 formulaciones elaboradas a base de extracto de jengibre y de extracto 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).

6.6 Resultados de la evaluación sensorial de las bebidas a base de jengibre y jengibre y zarzamora

Para conocer la preferencia mostrada por los consumidores potenciales de las bebidas elaboradas a base de jengibre, se realizó una prueba de ordenamiento por preferencia a un panel conformado por 16 jueces no entrenados. Se pretendía conocer de manera preliminar la preferencia mostrada por consumidores habituales o potenciales del producto. Por lo anterior, los participantes fueron seleccionados previamente a través de la aplicación de un cuestionario. De 25 personas encuestadas, solo 16 manifestaron conocer y/o haber probado productos a base de jengibre, además de estar dispuestos a probar una bebida elaborada con este rizoma. Del grupo seleccionado para participar en la prueba, 69% eran mujeres de entre 21 y 56 años y el 31% restante, hombres de entre 22 y 44 años.

Para la bebida a base de extracto de jengibre, se evaluaron 4 formulaciones distintas descritas previamente en la sección 5.8.3.1. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados de la prueba de ordenamiento para las formulaciones propuestas para la bebida a base de extracto de jengibre

Muestras				
Jueces	295	156	349	898
1	1	2	4	3
2	3	2	4	1
3	1	3	2	2
4	1	2	4	3
5	1	4	3	2
6	1	2	4	3
7	2	1	3	4
8	2	1	4	3
9	1	2	4	3
10	1	3	2	4
11	4	3	2	1
12	2	1	3	4
13	4	1	2	3
14	1	3	2	4
15	3	1	2	4
16	2	1	4	3
Totales	30	32	51	47

Para la interpretación de los resultados se determinó la suma total de rangos y se comparó con los intervalos de significancia establecidos en tablas (Anzaldúa-Morales, 1994). Los resultados obtenidos indican que las muestras más significativamente preferidas fueron la 295 y la 156, que corresponden a las bebidas preparadas con las menores concentraciones de extracto de jengibre (2.5 y 5%, respectivamente) mientras que las muestras menos preferidas fueron la 349 y 898 que contenían 7.5 y 10% de extracto de jengibre, respectivamente, en su formulación.

El 37.5% de los jueces indicó que las razones de su preferencia por la muestra 295 eran que “no sabía tanto a jengibre” y “tenía una buena combinación de sabor a jengibre, dulce y ácido”. Otros comentarios realizados por los panelistas fueron que las muestras 295 y 156 presentaban sabor dulce, buen sabor, sabor a limón, notas cítricas y sabor refrescante.

Con respecto a las muestras menos preferidas, las bebidas codificadas como 349 y 898, fueron las que presentaron un sabor a jengibre más intenso lo cual se debe a que, como ya se mencionó anteriormente, contenían concentraciones mayores de extracto. El 25% de los jueces comentó que la muestra 898 era “muy picante” mientras que el 62.5% de los jueces mencionó que la bebida codificada como 349 tenía “sabor amargo” “regusto amargo” o “regusto picoso” siendo esta última la menos preferida, a pesar de que la bebida 898 contenía una concentración de extracto más elevada (10%).

En relación a la bebida preparada a base de extracto de jengibre-zarzamora, se evaluaron 3 formulaciones previamente descritas en el apartado 5.8.4.2. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados de la prueba de ordenamiento para las bebidas de jengibre-zarzamora

Jueces	Muestras		
	216	137	421
1	1	2	3
2	1	2	3
3	2	3	1
4	2	1	3
5	3	1	2
6	2	1	3
7	2	1	3
8	1	2	3
9	2	3	1
10	2	1	3
11	1	3	2
12	3	1	2
13	1	3	2
14	2	3	1
15	3	2	1
16	3	2	1
Totales	31	31	34

Al consultar la tabla de totales de rangos, se observa que no existen diferencias significativas en la preferencia mostrada por los jueces ya que la sumatoria de rangos para las tres bebidas de jengibre-zarzamora analizadas fue similar estadísticamente. Sin embargo, entre el 30-40% de los jueces comentó que las muestras 137 y 421 eran muy

dulces comparadas con la 216. Otro aspecto mencionado por los jueces fue que en la muestra 421 predominaba el sabor a zarzamoras y el dulzor, de tal modo que el sabor a jengibre se percibía menos en comparación con las otras muestras.

Para la elección de la mejor formulación de la bebida preparada a base de extracto de jengibre y zarzamora sería recomendable realizar pruebas sensoriales con un mayor número de jueces o bien modificar las proporciones de azúcar y fruta añadida con la finalidad de obtener una preferencia significativa por alguna de las tres formulaciones propuestas. De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, y considerando los beneficios potenciales para la salud que representa el producto propuesto, resulta promisorio la producción de bebidas a base de extractos de jengibre.

7

CONCLUSIONES



7. CONCLUSIONES

La información obtenida sobre las características físicas de los rizomas analizados permite ampliar la información sobre el jengibre producido en México, así mismo, permite evaluar qué porcentaje del rizoma cultivado en la zona de estudio cumple con lo establecido por las normas del CODEX ALIMENTARIUS.

El conocimiento de los géneros fúngicos presentes en las muestras de jengibre estudiados es importante, pues de esta forma se pueden considerar acciones para minimizar su deterioro durante el almacenamiento. La mayoría de los géneros fúngicos aislados en este trabajo poseen especies que bajo ciertas condiciones de almacenamiento son capaces de producir micotoxinas por lo que la falta de control sobre la presencia de mohos en los rizomas representa un riesgo para la salud.

En la búsqueda de nuevas alternativas para diversificar los productos derivados del jengibre, el desarrollo de una metodología para la elaboración de una bebida representa una buena opción, pues el jengibre combinado con frutas como las zarzamoras, presenta efectos benéficos potenciales para la salud del consumidor.

Es importante considerar el estado de madurez del jengibre a utilizar para la elaboración de diversos productos derivados de este rizoma ya que la composición química varía con la maduración y algunos componentes pueden llegar a modificar atributos sensoriales de los productos finales, particularmente se puede afectar la intensidad del color, sabor y olor.

8

PERSPECTIVAS



8. PERSPECTIVAS

Los resultados de las pruebas sensoriales preliminares realizadas permiten tener un panorama sobre la preferencia mostrada por los consumidores por las bebidas propuestas; sin embargo, sería pertinente ampliar el número de participantes así como realizar una prueba de aceptación.

Es preciso seguir trabajando en la afinación del proceso para la elaboración de la bebida con la finalidad de reducir tiempos y costos y llevarlo a un nivel planta piloto.

Resultaría útil preparar las bebidas propuestas utilizando jengibre en los estados de madurez estudiados para determinar su posible influencia en las características del producto final.

Sería conveniente proponer una formulación para una bebida carbonatada debido a que podría aumentar la aceptación de este tipo de bebidas en el mercado.

REFERENCIAS



9. REFERENCIAS

- ❖ Abdulkareem, S.A., Uthman, H. & Joimoh, A. (2011). Development and Characterization of a Carbonated Ginger Drink. *Leonardo Journal of Sciences*, ISSN 1583-0233, 45-54.
- ❖ Acuña, O. y Torres, A. (2010). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale* R.) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politécnica*, 29(1), 60–69.
- ❖ 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, 409–420.
- ❖ Alieva, A. (2012). Jengibre: un ingrediente saludable con gran potencial. Extraída el 5/05/2015 desde: <http://www.industriaalimentaria.com>.
- ❖ Afroza Akhtar, A., Kumar D. P. & Mannan, A. (2013). Physico-chemical characterization and product development from ginger (*Zingiber officinale*) germplasm available in South Western Region of Bangladesh. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 5(6), 53-62.
- ❖ Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica., editorial Acribia, Zaragoza España.
- ❖ AOAC. (1990). Official methods of analysis of AOAC International. Association of Analytical chemistry. 16th Edition, Vol. 1.
- ❖ AOAC. (1996). Official methods of analysis of AOAC International. Association of Analytical chemistry. 15th Edition, Method 993.13.
- ❖ 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.
- ❖ 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, 5564-5571.
- ❖ Bhattarai, S., Tran, V.H. & Duke, C.C. (2001). The Stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 90(10), 1658–1664.
 - ❖ CODEX STAN 218-1999. Norma del codex para el jengibre. Extraída el 20/10/13 desde: <http://www.codexalimentarius.org>
 - ❖ 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, 8231–8237.
 - ❖ Enríquez, A., Prieto, E., de Los Ríos E. y 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), 50-64.
 - ❖ Famurewa, A.V., Emuekele, P.O. & Jaiyeoba. K.F. (2011). Effect of drying and size reduction on the chemical and volatile oil contents of ginger (*Zingiber officinale*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(14), 2941-2944.
 - ❖ Flores, K. (2012). Baby ginger: Easy and extraordinary niche crop. Rodale Institute. Accesado el 8 de mayo del 2015. Extraído de: <http://rodaleinstitute.org>
 - ❖ 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, 80–92.
 - ❖ Gaikwad, K.K., Singh, S. & Shakya, B.R. (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*.
 - ❖ Hashem, M. & Alamri, S. (2010). Contamination of common spices in Saudi Arabia markets with potential mycotoxin-producing fungi. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17, 167–175.
 - ❖ 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, 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), 327–334.
- ❖ Intra M. S., Deiziane da Consolação D, Rodrigues, A., De Oliveira, J., Onkar, D. O & Liparini P. O. (2013). Fungi and bacteria associated with post-harvest rot of ginger rhizomes in Espírito Santo, Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 38(3), 218-226.
- ❖ Koul, A. & Sumbali, G. (2010). Contamination of medicinally important dried rhizomes and root tubers with fungi and their toxins. *Indian Phytopathology*, 63(1), 55-58.
- ❖ Latona D. F., Oyeleke, G. O. & Olayiwola, O. A. (2012). Chemical analysis of ginger root. *Journal of Applied Chemistry*, 1(1), 47-49.
- ❖ Martínez, A. (2003). “Aceites esenciales”. Extraída el 30/08/2013 desde <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>
- ❖ Martínez, A. O., Ardila, C. M., García, B. Y. 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.
- ❖ Mendi, S., Nain, C., Imélé, H., Ngoko, Z., & Carl M.F. (2009). Microflora of fresh ginger rhizomes and ginger powder produced in the North-West Region of Cameroon. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 4(1), 251 – 260.
- ❖ Mishra B.B., Gautam, S. & Sharma, A. (2004). Shelf-life extensión of fresh ginger (*Zingiber officinale*) by gamma irradiation. *Journal of Food Science*, 67(9), M274-M277.
- ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Extraída el 12/10/13 desde: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>
- ❖ Norma Mexicana NMX-F-453-1983, alimentos para humanos. Especies y condimentos. Jengibre. Foods humans. Spices and condiments. Ginger. Extraída el 04/06/15 desde: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-453-1983>.

- ❖ Norma Técnica Peruana NTP 203.112.2011, refrescos instantáneos. Extraída el 25/05/15 desde: <http://sqperu.org.pe/wp-content/Bebidas-y-Refrescos.-Conferencia.pdf>
- ❖ Onu, L.I. & Okafor, G.I. (2002). Effect of physical and chemical factor variations on the efficiency of mechanical slicing of Nigerian ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Journal of Food Engineering* 56, 43–47.
- ❖ 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.
- ❖ Odebunmi, E.O., Oluwaniyi, O.O. & Bashiru, M.O. (2009). Comparative Proximate analysis of some food condiments. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(3).
- ❖ Purnomo, H., Jaya, F. & Bambang, S. (2009). The extracts of thermal processed ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). Rhizome combined whit honeyas natural antioxidant to produce functional drink. *Food science and technology: Innovate approaches y opportunities for global market*.
- ❖ Rodríguez, G. M., Guzmán M. S., Andrade E. E. y 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.
- ❖ Rodríguez-Tudela, J. L. & Aviles, P. (1991). Improved adhesive method for microscopic examination of fungi in culture. *Journal Clinic Microbiology*, 29, 2604-2605.
- ❖ Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J. C. & Filtenborg, O. (2000). Introduction to Food and Airborne Fungi. Editorial CBS. (6). Wageningen, The Netherlands.
- ❖ Sharrif, M. M. & Haddad, K. H. (2012). Ginger (*Zingiber officinale*): A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(26), 4255-4258.
- ❖ Tanveer, S., Shahzad, A. & Ahmed, W. (2014). Compositional and mineral profiling of *Zingiber officinale*. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 24(1), 21-26.

-
- ❖ Tchombé, N., Louajri, A. & Benajiba, M. (2012). Therapeutic effects of ginger (*Zingiber officinale*). *Isesco Journal of Science and Technology*, 8(14), 64-69.
 - ❖ Torres, M. M. (2011). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de un condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa (Tesis de ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería química y agroindustria, Ingeniería industrial. Ecuador.
 - ❖ Vazquez-Araujo, L., Chambers, E., Adhikari, K. & Carbonell-Barrachina, A. (2010). Sensory and physicochemical characterization of juices made with pomegranate and blueberries, blackberries, or raspberries. *Journal of Food Science*, 75(7), 398-404.
 - ❖ Von Arx, J. A. (1981). The genera of fungi sporulating in pure culture. Cramer, J. (Editor), (3), Vaduz, Germany.
 - ❖ Wohlmuth, H., Smith, M.K., Brooks, L.O., Myers, S.P. & Leach, D.N. (2006). Essential oil composition of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) grown in Australia. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54, 1414-1419.
 - ❖ Zhao, X., Aob, Q., Dua, F., Zhua J. & Liuc J. (2010). Surface characterization of ginger powder examined by X-ray photoelectron spectroscopy and scanning electron microscopy. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 79(2), 494–500.