



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**Análisis químico de componentes volátiles en horchata
reconstituida**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

Autor: Quinche Chamba, Pablo Alexander

Director: Guamán Balcázar, María Del Cisne

LOJA
2022



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2022

Aprobación del director del trabajo de Titulación

Loja, 04 de agosto del 2022

Magister.

Jorge Felipe Reyes Bueno

Director de la carrera de Ingeniero en Alimentos

Loja

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Análisis químico de componentes volátiles en horchata reconstituida realizado por Pablo Alexander Quinche Chamba ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ph.D., María del Cisne Guamán Balcázar

C.I.: 1103648505

Correo electrónico: mcguamán@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Pablo Alexander Quinche Chamba, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor del Trabajo de Titulación denominado: Análisis químico de componentes volátiles en horchata reconstituida, de la carrera de Ingeniero en Alimentos, específicamente de los contenidos comprendidos en: Introducción, Capítulo 1. Marco Teórico, Capítulo 2. Objetivos, Capítulo 3. Metodología del trabajo experimental, Capítulo 4. Discusión de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones, siendo María del Cisne Guamán Balcázar, Ph.D., directora del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Pablo Alexander Quinche Chamba

C.I.: 1105158552

Correo electrónico: paquinche@utpl.edu.ec

Dedicatoria

A mis queridos padres, Carlos Willan y Sonia María, por su apoyo incondicional moral y económico, por siempre ser mi guía en el trayecto de mi vida universitaria.

A mi compañera de vida Jessica, quien me brindó su apoyo incondicional y me llenaba de confianza para poder culminar mis estudios, que es sueño anhelado por los dos.

A mí querida hija Carlita, por ser el motivo para no rendirme y superarme cada día más, por tanto amor brindado.

A mis hermanos Carlos y Willan, por su cariño y apoyo durante esta etapa.

A mis queridos tíos Mirian y Manuel por tanto cariño mostrado hacia nuestra familia, por ser un apoyo fundamental con sus consejos, siempre estaré muy agradecido con ustedes.

A mis primos, Carolina, Viviana, Karen, Mateo, Nathaly y Eduardo, por estar conmigo cuando necesitaba apoyo en el trayecto de este proceso.

A mi cuñada María, por estar con nosotros cuando necesitamos apoyo.

A mis queridas sobrinas, María y Evelyn, por todas sus travesuras y ocurrencias que alegraban mis días muchas veces cuando el cansancio se empezaba a notar.

A mis compadres, José y Verónica, por su ayuda, su ánimo, sus consejos que han servido para guiarme y poder culminar con esta meta que hoy estoy por alcanzar.

A Leonardo Cartuche y Mireya Macas por ser nuestro apoyo moral y económico, por siempre brindarnos su ayuda.

Agradecimiento

A Dios y la Virgen de Cisne, por ser la luz de mi camino y mi guía en mi vida universitaria.

A mis queridos padres, por su apoyo sin su ayuda nada de esto sería posible.

A la Ph.D. María del Cisne Guamán, por compartir sus conocimientos conmigo, los cuales fueron fundamentales para poder culminar el trabajo de titulación.

Al Ph.D. Eduardo Valarezo, por su ayuda y apoyo académico en momentos que necesitaba.

A mi amigo Alex, juntos compartimos nuestra vida universitaria compartiendo conocimientos que nos han servido durante esta etapa.

A la UTPL que me permitió el uso de los laboratorios de diferentes áreas para el desarrollo de mi proyecto y vida universitaria.

Índice de contenido

Carátula	I
Aprobación del director del trabajo de Titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido	VII
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo uno.....	5
Marco Teórico	5
1.1 Origen de la Horchata.....	5
1.2 Definición de Horchata.....	5
1.3 Propiedades Medicinales de la Horchata.....	7
1.3.1 <i>Clasificación de plantas medicinales y aromáticas utilizadas en la elaboración de Horchata....</i>	7
1.3.1.1 Albahaca	7
1.3.1.2 Ataco	8
1.3.1.3 Cedrón	8
1.3.1.4 Escancel	9
1.3.1.5 Esencia de Rosas.....	10
1.3.1.6 Hierbaluisa.....	10
1.3.1.7 Hinojo.....	11
1.3.1.8 Malva y Flores de la Malva.....	12
1.3.1.9 Manzanilla.....	13

1.3.1.10	Menta	13
1.3.1.11	Poleo pequeño	14
1.3.1.12	Toronjil	15
1.4	Proceso de Atomización	15
1.4.1	<i>Partes del atomizador</i>	16
1.4.2	<i>Etapas en el secado por atomización</i>	16
1.5	Encapsulación	18
1.6	Componentes Volátiles	18
1.6.1	<i>Usos y aplicaciones de aceites esenciales</i>	19
1.6.2	<i>Clasificación de los Aceites Esenciales</i>	19
1.7	Extracción de Aceites Esenciales	20
1.8	Caracterización de Aceites Esenciales.	20
1.9	Cromatografía de gases.	20
1.9.1	<i>Cromatografía de gases acoplado a la espectrometría de masas (GC/MS).</i>	21
Capítulo dos		22
Objetivos		22
Capítulo tres.....		23
Metodología del trabajo experimental		23
3.1	Elaboración de la bebida horchata.....	23
3.2	Recepción de Materia Prima	23
3.3	Selección de Materia Prima.....	23
3.4	Lavado.....	24
3.5	Picado.....	24
3.6	Pesado.....	24
3.7	Ebullición	24

3.8	Infusión.....	24
3.8.1	Infusión 1.....	24
3.8.2	Infusión 2.....	24
3.8.3	Infusión 3.....	24
3.8.4	Infusión 4.....	24
3.8.5	Infusión Final	24
3.9	Filtrado	25
3.10	Almacenado	25
3.11	Adición de encapsulante e insumos	26
3.12	Atomización de la horchata.....	27
3.13	Análisis físicos-químicos	27
3.13.1	Bebida Horchata	27
3.13.1.1	Determinación de sólidos solubles	27
3.13.1.2	Determinación de sólidos totales	27
3.13.2	Horchata atomizada.....	28
3.13.2.1	Actividad de Agua (Aw).....	28
3.13.2.2	Rendimiento	28
3.14	Reconstitución de horchata.....	28
3.15	Extracción de componentes volátiles	28
3.16	Determinación de la composición química de los componentes volátiles.....	30
3.17	Identificación cualitativa y cuantitativa de componentes volátiles.....	32
	Capítulo cuatro.....	34
	Resultados de los análisis	34
4.1	Resultados de análisis físicos y químicos.....	34

4.1.1	Sólidos totales en horchata líquida	35
4.1.2	Aw de agua en Horchata Atomizada.....	35
4.1.3	Rendimiento de Atomización.....	36
4.1.4	Análisis cuantitativo y cualitativo de muestras de Horchata.....	36
	Conclusiones	43
	Recomendaciones	44
	Bibliografía	45
	Apéndice.....	49
	Anexo 1. Materiales utilizados en la elaboración de Horchata.....	49
	Anexo 2 Composición química de los aceites esenciales utilizados para el enriquecimiento de las muestras D y E	50
	Anexo 3 Metodología para la identificación de componentes volátiles	50

Índice de tabla

Tabla 1 Composición Horchata que se comercializa en mercados de la localidad, en diferentes presentaciones.....	6
Tabla 2 Muestras utilizadas en la extracción de componentes volátiles	28
Tabla 3 Valores de pH y solidos solubles obtenidos de muestras de horchata.....	34
Tabla 4 Resultados de análisis de sólidos totales en horchata líquida	35
Tabla 5 Resultados de Actividad de Agua de horchata en polvo	35
Tabla 6 Resultados de Rendimiento para las muestras atomizadas.....	36
Tabla 7 Composición química de Horchata Líquida.....	37
Tabla 8 Composición química de Horchata líquida + Conservante.....	38
Tabla 9 Composición química de Horchata líquida + Conservante+ Aceites esenciales	39
Tabla 10 Composición química de Horchata reconstituida con Maltodextrina 5%	40
Tabla 11 Composición química de Horchata reconstituida con Maltodextrina 8%	40
Tabla 12 Composición química de Horchata comercial	41

Índice de figuras

Figura 1 <i>Ocimum Basilicum</i> (Albahaca)	7
Figura 2 <i>Amaranthus hybridus</i> (Ataco)	8
Figura 3 <i>Aloysia triphylla</i> (Cedrón).....	8
Figura 4 <i>Aloysia triphylla</i> (Cedrón).....	9
Figura 5 <i>Pelargonium graveolens</i> (Esencia de Rosas).....	10
Figura 6 <i>Cymbopogon citratus</i> (Hierbaluisa)	10
Figura 7 <i>Foeniculum vulgare</i> (Hinojo)	11
Figura 8 <i>Lavatera arborea</i> (Malva)	12
Figura 9 <i>Matricaria recutita</i> (Manzanilla)	13
Figura 10 <i>Mentha x piperita</i> (Menta)	13
Figura 11 <i>Clinopodium brownie</i> (Poleo pequeño)	14
Figura 12 <i>Melissa officinalis</i> (Toronjil)	15
Figura 13 Partes del Atomizador.....	16
Figura 14 Recepción de materia prima.....	23
Figura 15 Horchata.....	25
Figura 16 Flujograma de elaboración de Horchata.....	26
Figura 17 Proceso de extracción de componentes volátiles	29
Figura 18 Flujograma de proceso para determinación de componentes volátiles	30
Figura 19 Cromatógrafo de Gases Agilent serie 6890N, acoplada a un Espectrómetro de Masas Agilent serie 5973 Inert	32
Figura 20 Cromatograma.....	33

Resumen

La Horchata, es una bebida de infusión elaborada con plantas aromáticas y medicinales que aportan propiedades refrescantes e hidratantes; presenta un aroma muy agradable fruto de la esencia de sus plantas. Para el análisis de componentes volátiles se usó el equipo de Cromatografía de Gases con acople a espectrometría de masas (GC/MS), que nos permitió identificar un total de 27 compuestos; se consideraron 6 muestras: (A) horchata, (B) horchata con conservantes, (C) horchata con conservante y aceites esenciales, (D y E) horchata con conservantes, aceites esenciales y Maltodextrina 5% y 8% respectivamente, (F) horchata de té comercial; las muestras D y E fueron atomizadas y reconstituidas, se realizó una extracción con solvente orgánico y se determinó su composición química. Los resultados reflejan mayores compuestos identificados en la muestra A (horchata) y las muestras D y E, que representan la horchata reconstituida; sin embargo, la muestra F (horchata comercial), presentó nuevos compuestos no presentes en las muestras mencionadas. Dentro de los componentes volátiles identificados sobresalen el Linalool y Geraniol, los cuales brindan a la horchata propiedades medicinales como anticancerígenas, analgésicas y neuroprotector.

Palabras Claves: Atomización, horchata reconstituida, compuestos volátiles.

Abstract

Horchata, is an infusion drink made with aromatic and medicinal plants that provide refreshing and moisturizing properties; It has a very pleasant aroma resulting from the essence of its plants. For the analysis of volatile components, a gas chromatograph coupled to mass spectrometry (GC/MS) was used, which allowed us to identify a total of 27 compounds; 6 samples were considered: (A) horchata, (B) horchata with preservatives, (C) horchata with preservative and essential oils, (D and E) horchata with preservatives, essential oils and Maltodextrin 5% and 8% respectively, (F) commercial tea horchata; Samples D and E were atomized and reconstituted, an organic solvent extraction was performed and their chemical composition was determined. The results reflect higher compounds identified in sample A (horchata) and samples D and E, which represent reconstituted horchata; however, sample F (commercial horchata) presented new compounds not present in the mentioned samples. Among the volatile components identified, Linalool and Geraniol stand out, which provide horchata with medicinal properties such as anticancer, analgesic and neuroprotective.

Keywords: Atomization, reconstituted horchata, volatile compounds.

Introducción

El presente proyecto pretende contribuir a la industria alimentaria en la investigación de los componentes volátiles presentes en la bebida tradicional horchata en presentación en polvo; para lo cual, se identificó mediante el método cromatografía de gases los componentes volátiles presentes en la horchata reconstituida.

La horchata es una bebida de infusión tradicional de nuestra natal Loja, considerada medicinal e hidratante, debido a que es elaborada con variedad de flores y plantas que presentan propiedades medicinales y aromáticas, que son cultivadas en los diferentes cantones de la provincia y que resultan de fácil acceso conseguirlas ya sean en zonas de cultivo, jardines de casas o de venta al público en los mercados municipales; algunas de estas plantas brindan a la bebida un característico color rojizo. Para la elaboración de la horchata se consideró una formulación establecida por el grupo de investigación INNOTECH, utilizando 7 diferentes variedades de hierbas como: ataco, cedrón, esencia de rosas, hierbaluisa, hinojo, malva y flores de malva, menta y poleo pequeño. En el proceso de atomización se identificó una pérdida de los aromas característicos de la horchata, por lo que se decidió enriquecerla con aceites esenciales de rosas y hierbaluisa para potenciar esta característica. En el proceso de extracción de componentes volátiles se tuvo complicaciones que fueron solucionados de acuerdo a la revisión de otros métodos de extracción.

Para el desarrollo del proyecto se empezó con la recolección de materia prima, las hierbas fueron cultivadas en el Barrio Chinguilanchi del cantón Loja, se realizó una extracción por infusión y ebullición de dichas plantas obteniendo la bebida aromática; seguidamente se aplicó el proceso de atomización dando como resultado horchata en polvo, se reconstituyó, se realizó la extracción de sus componentes volátiles y mediante Cromatografía de gases se identificó los compuestos volátiles presentes en la bebida. El presente trabajo consta de 3 capítulos, el primer capítulo denominado Marco Teórico, que comprende información detallada sobre la Horchata, además de cada proceso que se aplicó en el desarrollo del trabajo, el segundo capítulo denominado Diseño Metodológico que

comprende la explicación de los materiales y métodos, y finalmente el tercer capítulo denominado Discusión de resultados y análisis, en el cual se exponen los datos obtenidos en el desarrollo del trabajo y el análisis de los mismos.

En la actualidad se han desarrollado trabajos de obtención de horchata en polvo, y determinación de componentes volátiles de horchata sin atomizar mas no análisis de horchata reconstituida, así mismo en el mercado local y nacional no se encuentra este producto, por ello el presente trabajo resulta novedoso y de aporte a la industria de alimentos, por otra parte, el desarrollo de nuevos productos y la identificación de las características químicas tienen un efecto positivo en la comercialización de plantas medicinales y aromáticas fomentando el uso para potenciarlas en procesos agroindustriales.

Capítulo uno

Marco Teórico

1.1 Origen de la Horchata

La horchata es una bebida elaborada con diferente materia prima según el gusto del consumidor. “La horchata no aplica nombre científico y es una bebida refrescante que puede ser de chufa, morro, cacao y al parecer todo líquido con consistencia lechosa, preparada con agua y azúcar, rica en minerales como: fosforo, calcio, magnesio y hierro además posee vitaminas” (Ríos, 2015).

En el Ecuador, la horchata es una bebida tradicional originaria de la provincia de Loja, elaborada a base de hierbas medicinales, de gran consumo en la Sierra ecuatoriana, sustituyendo a bebidas refrescantes y al café (Andrade & Mendoza, 2012), la palabra horchata tiene su procedencia de los términos indígenas “hampk yaku que quiere decir “bebida curativa o bebida de remedio” (Espinoza, 2016).

1.2 Definición de Horchata

En Ecuador la horchata es considerada una bebida tradicional de la ciudad de Loja, y hace referencia a una bebida de infusión que generalmente se consume azucarada y con limón, presenta una coloración rojiza; esto debido al uso de “ataco” o *Amaranthus hybridus* y “escancel” o *Aerva sanguinolenta*, es elaborada con varias plantas que presentan propiedades medicinales por ello es considerada antiinflamatoria y refrescante (Tinitana Imaicela, 2014).

Para la elaboración de horchata se consideran diversas clases de plantas frescas que son de fácil cultivo en la región sierra, principalmente en la provincia de Loja, dependiendo el gusto y la costumbre de las personas para prepararla; dentro de ellas las más comunes son: ataco (*Amaranthus caudatis*), cedrón (*Aloysia triphylla*), malva y flor de malva (*Malva sylvestris*), hierbaluisa (*Cymbogon citratus*), entre otras, que son de fácil acceso en los mercados de la ciudad, además se puede encontrar una presentación de hojas deshidratadas procesadas para la elaboración de horchata. En la tabla 1, se indica

diferentes presentaciones de horchata comercializada, como bebida elaborada, té y hierbas deshidratadas.

Tabla 1

Composición Horchata que se comercializa en mercados de la localidad, en diferentes presentaciones

Presentación	Hierbas aromáticas utilizadas
Bebida Refrescante procesada	Escancel, ataco, cedrón, malva esencia, flores medicinales, hierbaluisa, malva olorosa, manzanilla, toronjil, menta, linaza.
Hojas Deshidratadas	Ataco, escancel, menta, manzanilla, albahaca, cedrón, toronjil, malva olorosa, esencia de rosas, hierba luisa, flores.
Té de Horchata	Esencia de rosa, ataco, albahaca, hierba luisa, congona, toronjil, cedrón, menta.

En la tabla 1, se puede observar la composición de horchata que se comercializa en la ciudad de Loja en diferentes presentaciones; dentro de las cuales se aplican diferentes procesos de obtención como la deshidratación, para este caso lo más común es el uso de secadores de bandejas que funcionan en un régimen semicontinuo, su finalidad es reducir al máximo el contenido de agua presente en las hierbas aromáticas; así mismo, para la obtención de Té de horchata, también se aplica el proceso de deshidratación añadido a un proceso de molienda, con la finalidad de reducir el tamaño de las hierbas aromáticas, los dos productos antes mencionados son de fácil preparación; solamente es necesario una infusión en agua a temperatura de ebullición. Por otro lado, tenemos la bebida refrescante procesada, es una bebida de infusión lista para el consumo en la cual se hace uso de algunos aditivos: ácido ascórbico (acidulante), ácido cítrico (acidulante), rojo de Cochinilla A (colorante), goma xanthan (espesante), glicósidos de esteviol (edulcorante) y esencia natural de limón.

Existen diversas formas de consumo de horchata, la más común es como bebida endulzada ya sea con sacarosa, miel o panela con adición de jugo o zumo de limón que puede consumirse fría o caliente dependiendo del gusto del consumidor.

1.3 Propiedades Medicinales de la Horchata

Al ser elaborada con una variedad de plantas consideradas medicinales, la horchata presenta varias “propiedades medicinales entre ellas, actúa como antiinflamatorio hepático, promueve la digestión, además tiene propiedades diuréticas y disminuye la pérdida de memoria” (José Waizel Bucay, 2019), además se la considera una bebida de consumo que presenta “propiedades preventivas ante enfermedades como el cáncer, la cual representa la mayor causa de mortalidad en los últimos tiempos” (Bailón, 2017). La horchata ha sido sometida a un sin número de estudios dentro de los cuales se ha determinado “beneficios para la salud como tratar problemas circulatorios, nerviosos y enfermedades respiratorias y que el 51% de especies de plantas medicinales presentan propiedades analgésicas” (Moscoso, 2018).

1.3.1 Clasificación de plantas medicinales y aromáticas utilizadas en la elaboración de Horchata

Para la elaboración de Horchata se consideran diferentes variedades de plantas aromáticas y medicinales las cuales se describen a continuación:

1.3.1.1 Albahaca.

Figura 1

Ocimum Basilicum (Albahaca)



Su nombre científico es *Ocimum Basilicum*, nativa de varias regiones tropicales de Asia, cultivada en la Costa, Sierra y Amazonia ecuatoriana; su tamaño oscila entre 100 cm de alto por 110 cm de ancho aproximadamente, sus hojas son color verde, es utilizada en la industria culinaria en la elaboración de diferentes platillos tradicionales de nuestro país,

se la puede consumir fresca o seca; además presenta propiedades aromáticas y medicinales entre las cuales destacan el uso de sus hojas y flores en infusión para tratar el reumatismo, desordenes nerviosos, dolores estomacales y diarrea, fiebre, resfríos, ansiedad (Loyaga, 2019).

1.3.1.2 Ataco.

Figura 2

Amaranthus hybridus (Ataco)



Su nombre científico es *Amaranthus hybridus*; también conocido como sangorache o amaranto negro, es una variedad de planta que se caracteriza por dar el color rojizo ya sea en infusión o ebullición; presenta propiedades medicinales como limpieza de la sangre, tratamiento de enfermedades cardiacas, control de los nervios, regulador menstrual, prevención de caída de cabello, problemas digestivos (Lucía de la Torre, 2018).

1.3.1.3 Cedrón.

Figura 3

Aloysia triphylla (Cedrón)



Su nombre científico es *Aloysia triphylla*, es una planta de fácil cultivo en Ecuador, generalmente en la Sierra en provincias como Tungurahua, Azuay, Loja, etc.; puede alcanzar una altura desde 1,5 metros hasta 5 metros de alto, su tallo es leñoso y sus hojas son de color verde oscuro que al contacto presentan un olor intenso muy agradable. Su forma de consumir puede ser en infusión o ebullición y también es considerada una planta medicinal, “la infusión de las hojas y flores de cedrón sirven para tratar combatir espantos, enfermedades del corazón, presión arterial, desmayos y dolores estomacales; además, presenta propiedades energéticas” (Loyaga, 2019).

1.3.1.4 Escancel.

Figura 4

Aerva sanguinolenta (Escancel)



Su nombre científico es *Aerva sanguinolenta*, es una variedad de planta de gran cultivo en la región Sierra del Ecuador en provincias como Azuay, Tungurahua, Loja, etc.; las plantas de escancel pueden alcanzar un tamaño de hasta 35 cm de altura aproximadamente, sus hojas son abundantes de color rojo intenso con pequeñas manchas color verde, láminas lanceoladas, con bordes irregulares perforadas, utilizadas en la elaboración de horchata por brindar el color rojo. Presenta propiedades medicinales, por tal razón sus hojas se utilizan en infusión en el tratamiento de dolores de cabeza, tos, problemas pulmonares, circulatorios y respiratorios; también sus hojas solas se utilizan como purgante, lava y limpia infecciones en la piel y es considerado antiinflamatorio (Lucía de la Torre, 2018).

1.3.1.5 Esencia de Rosas.

Figura 5

Pelargonium graveolens (Esencia de Rosas)



Su nombre científico es *Pelargonium graveolens*, también conocida como malva olorosa, geranio por su morfología, de fácil cultivo en Ecuador en la región Costa y Sierra, en provincias como Tungurahua, Azuay, Loja, etc.; su tamaño puede alcanzar desde 40 cm a 80 cm de alto, sus hojas son de color verde oscuro y al contacto con ellas desprenden un aroma muy intenso a rosas que resulta muy agradable, de ahí su nombre, presenta alta demanda en la industria de perfumería y cosmética por su aceite esencial, que sustituye a las esencias de rosas; considerada una planta con propiedades medicinales ya que su infusión se usa para tratar el sistema nervioso, cólicos, dolor de abdomen y de intestinos (Lucía de la Torre, 2018).

1.3.1.6 Hierbaluisa.

Figura 6

Cymbopogon citratus (Hierbaluisa)



Su nombre científico es *Cymbopogon citratus*, es una planta de gran cultivo y producción a nivel mundial, nativa del sureste de Asia, donde se encuentran alrededor de 120 especies (Espinosa, 2019). También cultivada en Ecuador, en todas sus regiones: Costa, Sierra, Amazonia incluso en Galápagos en muchas de sus provincias como Azuay, Tungurahua, Riobamba, Loja. Su tamaño puede alcanzar 1 m de altura, sus hojas son largas de 30 cm a 50 cm filosas que al frotarlas desprenden un aroma intenso y muy agradable, por lo que resulta una fuente para extracción de aceites esenciales, por su rendimiento y potencial aroma, sus hojas son muy utilizadas para realizar infusiones que se usan con fines curativos ya que es considerada una planta medicinal, “mejoran el proceso digestivo, combaten dolores estomacales, dolores de cabeza; además se usan para tratar problemas de presión, gastritis, problemas del sistema nervioso y actúan como regulador del ciclo menstrual debido a sus propiedades diuréticas” (Lucía de la Torre, 2018).

1.3.1.7 Hinojo.

Figura 7

Foeniculum vulgare (Hinojo)



Su nombre científico es *Foeniculum vulgare*, existe una variedad de especies de plantas que se le atribuye el nombre de hinojo; sin embargo no todas ellas son de uso en la alimentación humana, como el hinojo de perro y el hinojo gigante que son de gran uso en la industria farmacéutica por sus propiedades; por otro lado se encuentra el hinojo marino y el hinojo (*Foeniculum vulgare*), que si son de uso para la alimentación humana, siendo el último la especie utilizada en el desarrollo del proyecto; es una variedad de planta que se encuentra a las Orillas del Mar Mediterráneo, y que también se cultiva en bordes de carreteras, campos,

lagunas y pastizales, “Italia es el mayor productor y consumidor de hinojo con una producción anual de 470 mil toneladas (Esteban, 2015); en Ecuador se cultiva en todas sus regiones, su tamaño puede alcanzar los 2.5 metros de altura y sus hojas crecen hasta 40 cm de largo, presenta un color verde oscuro en su brote y es de gran uso en nuestro país por sus propiedades medicinales y aromáticas.

“El hinojo presenta propiedades medicinales para combatir los venenos, fiebre y problemas de estómago y la vista” (Esteban, 2015).

1.3.1.8 Malva y Flores de la Malva.

Figura 8

Lavatera arbórea (Malva)



Su nombre científico es *Lavatera arbórea*, también conocida como albheza, malva blanca, su origen proviene del Mediterráneo específicamente de la Costa, en nuestro país es de gran cultivo en la Costa y mayoritariamente en la región Sierra en provincias como Bolívar, Azuay, Cotopaxi y Loja (Espinosa, 2019). Puede alcanzar los 3 metros de altura con un tallo grueso, sus hojas pueden alcanzar los 15 cm de ancho y largo, presentan un margen dentado y de acuerdo con su variedad el color de sus flores que generalmente son violeta, blancos, rosados, etc. En algunas provincias del Ecuador, la infusión de las flores de malva se utilizan para tratar problemas relacionados con gripes, resfriados y garganta, incluso inflamaciones en la piel, regulador del periodo menstrual, etc. (Lucía de la Torre, 2018).

1.3.1.9 Manzanilla.

Figura 9

Matricaria recutita (Manzanilla)



Su nombre científico es *Matricaria recutita*, cultivada mayoritariamente en la región Sierra del Ecuador en provincias como Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Loja; su tamaño no sobrepasa los 50 cm de altura, presenta un tallo ramificado, vellosos, sus hojas son segmentadas de color verde, sus flores presentan un botón amarillo en el centro rodeada de liguias blancas, es una planta que presenta un aroma muy agradable por lo que es considerada aromática, además resulta una buena fuente para extracción de aceite esencial. Es considerada medicinal debido a que se le atribuyen muchas propiedades medicinales, su infusión sirve para tratar problemas de falta de ánimo, gastritis y enfermedades de riñones (Loyaga, 2019).

1.3.1.10 Menta.

Figura 10

Mentha x piperita (Menta)



Su nombre científico es *Mentha x piperita*, existe una gran variedad de menta de 25 a 30 especies, cultivadas en diferentes zonas del mundo, en Ecuador se cultiva en las regiones Sierra, Amazonia y Galápagos en provincias como Tungurahua, Riobamba, Loja, Carchi, etc. Su tamaño oscila entre 50 a 90 cm de altura dependiendo la especie, presenta tallos ramificados de color verdoso, sus hojas son de pecíolo corto. Es considerada una planta altamente medicinal por las propiedades que desde la antigüedad se le atribuyen por ejemplo “sus hojas son muy utilizadas para la elaboración de infusiones que alivian dolores estomacales, antiespasmódicas, facilitan la evacuación de la orina, gripe, insomnio” (Lucía de la Torre, 2018). Sus hojas presentan un aroma muy potente y agradable al contacto directo, por lo que resulta una buena fuente de extracción de aceites esenciales dentro de los cuales sobresalen el mentol y mentona además de algunos ingredientes activos como flavonoides, polifenoles, polimerizados (Espinosa, 2019), que resultan de uso potencial en la industria farmacéutica, confitería y cosmetología.

1.3.1.11 Poleo pequeño.

Figura 11

Clinopodium brownie (Poleo pequeño)



Su nombre científico es *Clinopodium brownei*, y es de gran cultivo en Ecuador, especialmente en la Sierra entre 2,500 a 3,600 msnm, en provincias como Loja, Pichincha, Azuay; puede alcanzar hasta los 15 cm de altura, “sus partes vegetativas están cubiertas de pubescencia, sus hojas son simples opuestas, pecioladas, ovaladas, con el margen aserrado con superficie ligeramente adhesiva debido a la resina que posee” (Aguirre, 2014), sus hojas además presentan un aroma agradable por lo que es considerada aromática, y

presenta propiedades medicinales como alivio de tos y resfríos, propiedades digestivas, alivio de cólico menstrual; su forma de consumo generalmente es por infusión.

1.3.1.12 Toronjil.

Figura 12

Melissa officinalis (Toronjil)



Su nombre científico es *Melissa Officinalis*, de gran cultivo en la mayoría de las provincias de la Sierra y Amazonia ecuatoriana, su tamaño oscila entre 20 y 30 cm de altura, sus hojas son abundantes de color verde, idéntica a la planta de menta, presentan aroma potente y muy agradable a cítrico por ello es considerada una planta aromática, por lo que resulta una buena fuente para extracción de aceite esencial. Además, presenta propiedades medicinales, siendo sus hojas las más usadas en infusiones para tratar problemas digestivos, actúa como antiespasmódico y calmante (Loyaga, 2019).

1.4 Proceso de Atomización

La atomización es un proceso de gran uso en varias industrias como alimentaria, farmacéutica o química, que tiene como finalidad alargar la vida útil de productos; reduciendo al máximo la cantidad de agua, generalmente pasando de un estado líquido a un estado sólido por sublimación. “La atomización es un proceso de secado también conocido como secado en “spray”, y consiste en el cambio de estado de una solución en estado líquido inicialmente a la obtención de un producto totalmente seco y estable (Choque Mendoza & Corilla Huaman, 2015), como resultado del proceso de atomización se obtienen partículas en polvo que contienen a la solución o suspensión inicial, el cual resulta un

producto estable, con bajo contenido de agua y que al estar en contacto con un soluto puede reconstituirse y presentar propiedades muy similares al original.

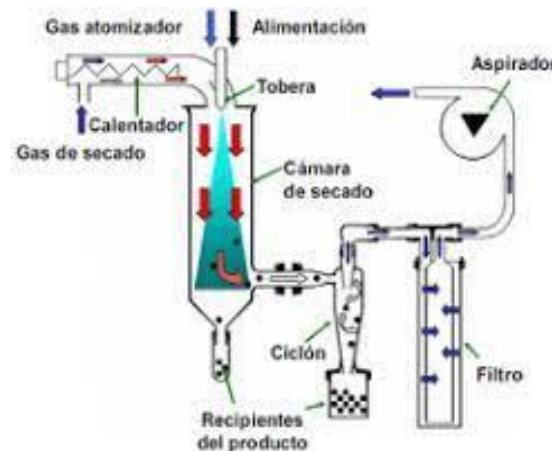
1.4.1 Partes del atomizador

Según Miravet, (2009) el atomizador utiliza una boquilla de dos fluidos a presión; y sus partes son:

1. Boca de aspiración, en esta zona se produce el ingreso de aire.
2. Calefacción eléctrica, está dotada de una resistencia eléctrica, cuya función es calentar el aire de entrada.
3. Cámara de secado o cilindro de pulverización, encargada de recibir las partículas atomizadas procedentes de la tobera o boquilla. En la parte inferior contiene un pequeño recogedor donde llegan las partículas de mayor tamaño. El cilindro de pulverización cumple la función de enlace entre la entrada del atomizado - aire, y el ciclón.
5. Ciclón, utilizado para la separación del producto (polvo) de la corriente de aire.
6. Filtro de salida, cuya función es la limpieza del aire de las partículas finas.
8. Aspirador, encargado de la generación de corriente de aire requerida para el proceso de secado.

Figura 13

Partes del Atomizador



Nota: Adaptado de Miravet (2009)

1.4.2 Etapas en el secado por atomización

Espinosa, (2019) describe el secado por atomización en 4 etapas:

a) Atomización: Es la primera etapa y consisten en la dispersión del fluido mediante la energía entregada, disminuyéndolas a pequeñas gotas dentro de un rango de tamaños que dependen tanto del tipo de atomizador como de las condiciones establecidas (Siccha & Lock, 1995).

b) Contacto spray-aire: Se establecen tres posibilidades en esta etapa:

Flujo co-corriente: es un material que se atomiza en la misma dirección con la que el flujo de aire pasa por el aparato donde las gotas entran en contacto con el aire caliente cuando tiene el mayor contenido de humedad.

Flujo contracorriente: el material se atomiza en dirección opuesta al flujo del aire caliente. En este caso el aire caliente va hacia arriba y el producto cae aumentando mucho su temperatura y eliminando la humedad residual, el método solo es válido para compuestos termoestables.

Flujo combinado: se combina ventajas de ambos métodos de atomización. El producto se atomiza hacia arriba y solo permanece en la zona de aire caliente por un tiempo corto para eliminar la humedad residual. Entonces la gravedad lleva al producto a la zona más fría (Siccha & Lock, 1995).

c) Cámara de secado: en esta zona una gota pasa por dos etapas bien marcadas, las primeras de evaporación constante y la segunda por decaimiento de la evaporación. El grado de secado alcanzado por la partícula depende del tiempo expuesto al medio caliente, de la temperatura final y humedad de este medio y del tamaño de partícula. Estas características pueden ser presentadas en las curvas de secado versus humedad, así como la evaporación de una gota de sólidos disueltos (Siccha & Lock, 1995).

d) Recuperación del producto final: la separación del producto se puede realizar primero en la base de la cámara de secado (denominada separación primaria), seguida de la recuperación de partículas más pequeñas (denominada separación secundaria). Esta separación secundaria puede

darse en ciclones, filtros, bolsa, separadores electrostáticos (Madalyd Yurani, 2019).

1.5 Encapsulación

La Tecnología de Atomización, ha permitido a la industria alimentaria elaborar un sin número de productos novedosos, y de gran calidad como alimentos en polvo; en dicho proceso se aplican encapsulantes con la finalidad de proteger el alimento y disminuir la higroscopicidad, transformar sabores líquidos a polvos y mejorar la estabilidad y cualidades organolépticas durante el almacenamiento (Sandoval y otros, 2011).

El proceso de encapsulación consiste en aplicar un recubrimiento a una sustancia, es decir cubrir o atrapar una sustancia dentro de otra. Por lo general a la sustancia encapsulada se la conoce como relleno, fase activa y a la sustancia de recubrimiento o sustancia que se encapsula se la conoce como cápsula, fase externa (Nedovic y otros, 2011).

Existe una variedad de encapsulantes, sin embargo, los más utilizados en la industria alimentaria son Maltodextrina y Goma arábica. Las Maltodextrinas se obtienen a partir de hidrólisis del almidón y se las clasifican dependiendo su equivalencia de dextrosa, la cual determina la capacidad reductora (Bemiller & Whistler, 1996), para el proceso de atomización resulta óptimo el uso de maltodextrinas por su alta solubilidad, esto ayuda a una correcta y efectiva incorporación en la solución minimizando la eliminación del contenido de agua (Mosquera, 2010), por otro lado la Goma arábica es un hidrocoloide producido por la exudación natural de los árboles acacia, y es un agente encapsulante eficaz debido a su alta solubilidad en agua y la baja viscosidad que desarrolla en disolución (Wu Ng, 2017).

1.6 Componentes Volátiles

Los componentes volátiles también conocidos como aceites esenciales son característicos de una gran variedad de plantas, contienen sustancias químicas, semilíquidas y volátiles las cuales son responsables de los aromas, existen una variedad de procesos de extracción de aceites esenciales dentro de los cuales sobresale la destilación

mediante arrastre por vapor de agua; por sus propiedades aromáticas tienen grandes usos en industrias como la cosmética, industria farmacéutica y alimentaria (Martínez, 2003).

1.6.1 Usos y aplicaciones de aceites esenciales

Los aceites esenciales por su gran versatilidad tienen muchos usos en diferentes industrias como: farmacéutica, dental, cosmética, veterinaria y en la industria alimentaria para la elaboración de licores y enriquecimiento de una variedad de productos con la finalidad de potenciar aromas; además en la fabricación de jabones, artículos de limpieza (Montoya, 2010). En la presente investigación los aceites esenciales se utilizarán para potenciar aromas de las especies aromáticas de la horchata, que se podrían perder con el proceso de atomización.

1.6.2 Clasificación de los Aceites Esenciales

Según Martínez (2003), los aceites esenciales se clasifican de la siguiente manera:

Por su consistencia:

- Aceites esenciales fluidos: aceites en estado líquido que a temperatura ambiente son volátiles.
- Bálsamos: aceites viscosos, propensos a reacciones de polimerización, presentan poca volatilidad.
- Oleorresinas: aceites muy viscosos, se encuentran en estado casi sólidos y presentan alta concentración de aroma.

Por su origen:

- Naturales: característicos de plantas en su estado natural, debido su bajo rendimiento tienen costos muy elevados
- Artificiales: generalmente son aceites naturales enriquecidos con varios componentes similares.
- Sintéticos: resultan de combinar algunos componentes que son producidos a mayor escala mediante síntesis química, minimizando así costos y alta utilidad.

El tipo de sustancia de donde proceden sus componentes mayoritarios:

- Aceites esenciales Monoterpenoides
- Aceites esenciales Sesquiterpenoides
- Aceites esenciales Fenilpropanoides

1.7 Extracción de Componentes Volátiles

Para la extracción de aceites esenciales los métodos más comunes son: Destilación por arrastre de vapor, expresión, hidrodestilación, extracción destilación simultánea, extracción con solventes volátiles y extracción con fluido supercrítico; así también sobresalen métodos no tan comunes como la micro extracción en fase sólida y variantes de las técnicas ya mencionadas, en las cuales se reemplaza el equipo de calentamiento normal por un microondas o un ultrasonido (Mahecha, 2010).

1.8 Caracterización de Aceites Esenciales

Existen varios métodos que han permitido la identificación y caracterización de componentes volátiles tanto cuantitativa como cualitativamente; dentro de los más usados se encuentra la cromatografía de gases y la espectrometría de masas, por su alto grado de confiabilidad en la diferenciación de componentes (Morales y otros, 2009).

1.9 Cromatografía de gases

Un cromatógrafo de gases consiste en varios módulos básicos ensamblados para: 1) Proporcionar un gasto o flujo constante del gas transportador (fase móvil), 2) permitir la introducción de vapores de la muestra en la corriente de gas que fluye, 3) contener la longitud apropiada de fase estacionaria, 4) mantener la columna a la temperatura apropiada (o la secuencia del programa de temperatura), 5) detectar los componentes de la muestra conforme eluyen de la columna, y 6) proveer una señal legible proporcional en magnitud a la cantidad de cada componente (Yagües, 2008).

En cromatografía de gases, la muestra es inyectada en la fase móvil, la cual es un gas inerte (generalmente He). En esta fase, los componentes de cada muestra pasan por una fase estacionaria que por lo general está fijada a una columna. Actualmente, las columnas más utilizadas son las capilares.

La columna se encuentra ubicada dentro de un horno con programación de temperatura. La velocidad de migración de cada componente (y en consecuencia su tiempo de retención en la columna) será función de su distribución entre la fase móvil y la fase estacionaria. Cada soluto presente en la muestra tiene una diferente afinidad hacia la fase estacionaria, lo que permite su separación: los componentes fuertemente retenidos por esta fase se moverán lentamente en la fase móvil, mientras que los débilmente retenidos lo harán rápidamente. Un factor clave en este equilibrio es la presión de vapor de los compuestos (en general, a mayor presión de vapor, menor tiempo de retención en la columna). Como consecuencia de esta diferencia de movilidad, los diversos componentes de la muestra se separan en bandas que pueden analizarse tanto cualitativa como cuantitativamente mediante el empleo de los detectores seleccionados (M.C. Gutiérrez & Droguet, 2002).

1.9.1 Cromatografía de gases acoplado a la espectrometría de masas (GC/MS)

Una de las características del cromatógrafo de gases (GC), es que separa solamente componentes, lo cual dificulta la identificación de los compuestos, debido a esto, se ha hecho útil acoplarlo con la espectrometría de masas, permitiendo así la identificación de los componentes presentes en los aceites esenciales; la principal razón radica en que los compuestos tienen un bajo peso molecular y alta volatilidad, la (GC/MS) usa una pequeña muestra que generalmente se encuentra en un estado gaseoso y la analiza (Stashenko & Martínez, 2010).

Capítulo dos

Objetivos

- **Fin del Proyecto**

- ❖ Contribuir a la industria alimentaria, en la investigación de nuevos componentes volátiles.

- **Propósito del Proyecto**

- ❖ Identificar mediante el método de cromatografía de gases los componentes volátiles presentes en la horchata reconstituida.

- **Componentes del Proyecto**

1. Obtención de horchata en polvo
2. Determinación química de los componentes volátiles presentes en la horchata reconstituida.
3. Comparación de los componentes volátiles identificados en la horchata reconstituida con la horchata comercial.

Capítulo tres

Metodología del trabajo experimental

3.1 Elaboración de la bebida horchata

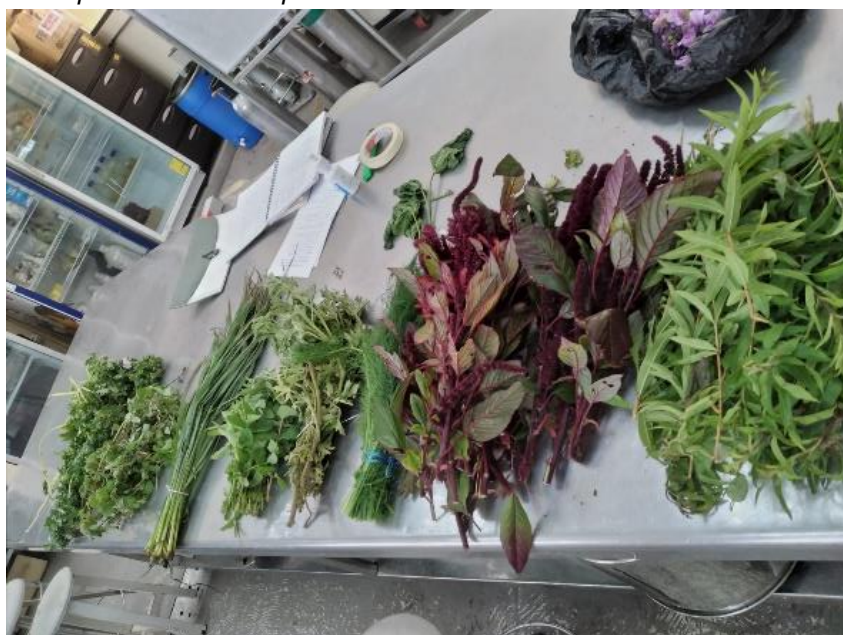
Para el inicio de la investigación, se trabajó en el tratamiento de la materia prima, se aplicó tratamientos térmicos diferentes de acuerdo con la variedad de planta, obteniendo una bebida aromática conocida como horchata, más adelante se detalla los diferentes procedimientos aplicados, en el anexo 1 se muestran los materiales, insumos y equipos utilizados en el desarrollo de la investigación.

3.2 Recepción de Materia Prima

Para la elaboración de la horchata, se utilizaron 7 variedades de plantas sembradas y cultivadas en el barrio Chinguilanchi de la ciudad de Loja: Ataco, cedrón, esencia de rosas, hierbaluisa, hinojo, malva y flores de malva, menta y poleo pequeño.

Figura 14

Recepción de materia prima



3.3 Selección de Materia Prima

En esta etapa se realizó la eliminación de objetos extraños que pudieran estar presentes en las hierbas, además se eliminó raíces, piedras pequeñas y tierra.

3.4 Lavado

Para el lavado se realizó una inmersión por separado de las hierbas aromáticas en una solución de hipoclorito de calcio al 0,5 % por 5 minutos, asegurando una correcta desinfección.

3.5 Picado

Con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable y una tabla, se picó para reducir el tamaño de las hierbas seleccionadas; además fue necesario eliminar los tallos de malva.

3.6 Pesado

Con ayuda de una balanza analítica se procedió a pesar cada una de las hierbas aromáticas por separado, debido a que se aplicó diferentes tratamientos térmicos.

3.7 Ebullición

Se aplicó el tratamiento de ebullición para las hierbas: ataco y flores de malva, por 5 minutos; por otro lado, las hierbas: esencia de rosas, hierbaluisa, malva y poleo por 3 minutos, al igual que el hinojo.

3.8 Infusión

3.8.1 Infusión 1

Se mezclaron los dos tratamientos de ebullición: ataco, flores de malva, esencia de rosas, hierbaluisa, malva y poleo y se dejó reposar por 15 minutos.

3.8.2 Infusión 2

Se obtuvo extracto de hinojo, que se dejó reposar por 10 minutos.

3.8.3 Infusión 3

Se realizó infusión de menta por 30 minutos.

3.8.4 Infusión 4

Se realizó una infusión de cedrón por 15 minutos

3.8.5 Infusión Final

Se mezclaron todas las infusiones en un recipiente y se dejó reposar por 14 minutos, ninguna de las infusiones fue filtrada.

Todas las infusiones fueron tapadas o cubiertas con papel aluminio, para evitar pérdida de calor y pérdida de los aromas esenciales característicos de la horchata.

3.9 Filtrado

Se filtró la infusión final con ayuda de un lienzo; para asegurar un correcto filtrado.

3.10 Almacenado

Se almacenó en botellas de vidrio.

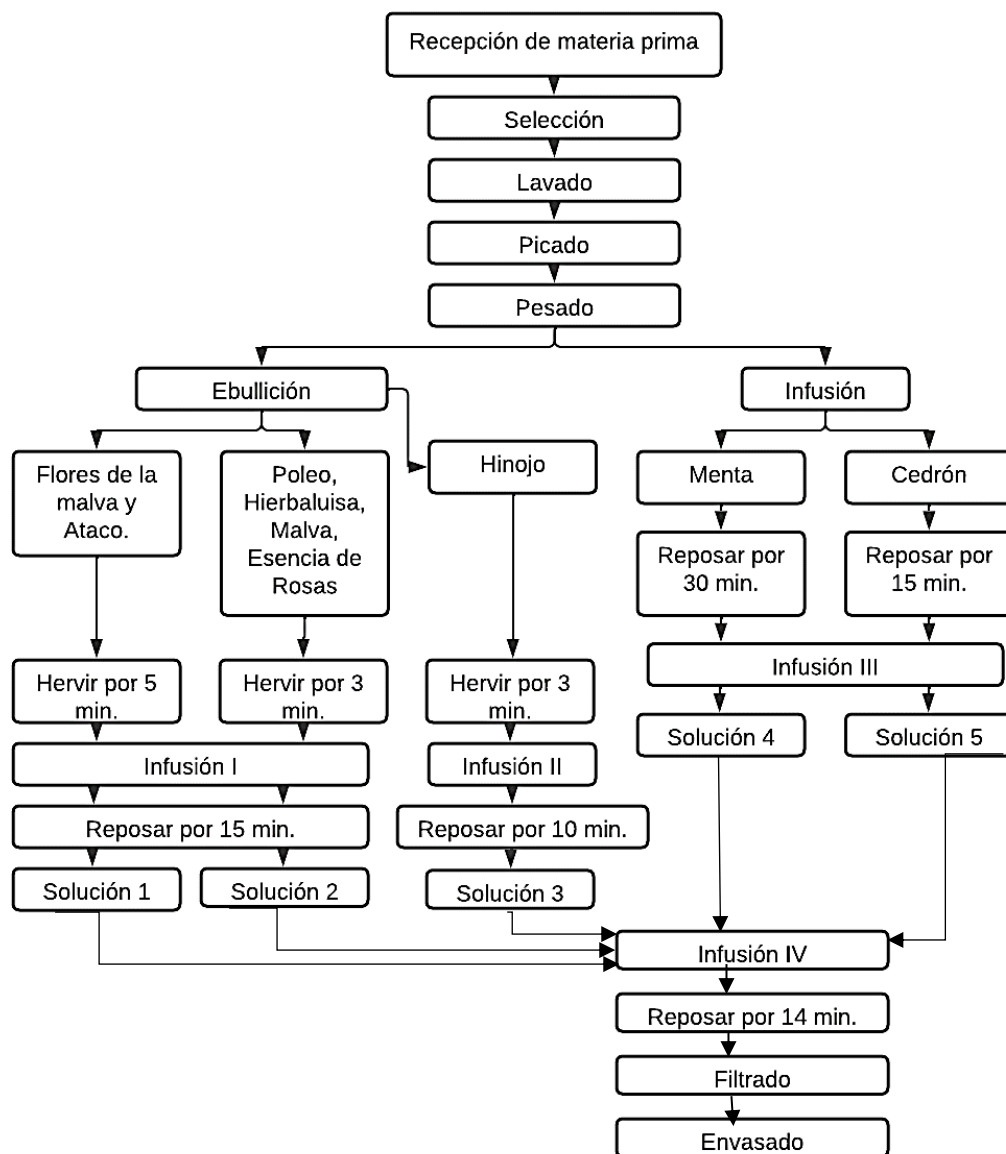
Figura 15

Horchata



Figura 16

Flujograma de elaboración de Horchata.



Nota: Adaptado de Espinosa (2019)

3.11 Adición de encapsulante e insumos

Después del almacenamiento, se preparó la muestra para el proceso de atomización; en esta etapa se adicionó un encapsulante, maltodextrina en dos concentraciones; la primera, al 5% y la segunda al 8%; además se enriqueció la horchata con aceites esenciales de hierbaluisa y esencia de rosas (Espinosa, 2019).

3.12 Atomización de la horchata

Para el proceso de atomización se utilizó el equipo Mini Spray Dryer B-290, del laboratorio de Alimentos, UTPL; y se trabajó con las mismas condiciones establecidas por Rodríguez (2019), se trabajó con una velocidad de aspiración de 35 m³ /h y el flujo de la muestra de 30 mL/min utilizando maltodextrina como encapsulante con diferente concentración, 5% y 8% y una temperatura de entrada de 120° C.

3.13 Análisis físicos-químicos

3.13.1 Bebida Horchata

3.13.1.1 Determinación de sólidos solubles. Por medio de un refractómetro digital se determinó los sólidos solubles de la bebida, utilizando una pequeña cantidad de muestra, obteniendo una división de dos zonas del campo, una clara y una oscura, debido a la incidencia parcial de la luz transmitida en el prisma de medida. (Choque Mendoza & Corilla Huaman, 2015).

3.13.1.2 Determinación de sólidos totales. Se determinó los sólidos totales de la bebida por el método descrito por Nielsen (2009), en el cual se coloca en una cápsula de porcelana 5 mL de muestra líquida, luego se lleva a una estufa de tiro forzado por 3 horas a una temperatura de 100 °C, la muestra se secó hasta obtener un peso constante, se enfría en un desecador y pesa, este método se realizó por triplicado.

Para la determinación de la cantidad de sólidos totales se aplicó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Sólidos totales} = 100 - \% \text{ Humedad}$$

3.13.2 Horchata atomizada

3.13.2.1 Actividad de Agua (Aw). Para el análisis de Actividad de agua se utilizó el equipo, LABTOUCH-aw marca Novasina AG, de acuerdo a la norma ISO:18787, la cual consiste en colocar muestra en una caja Petri y se procede a realizar la lectura.

3.13.2.2 Rendimiento. El rendimiento representa la cantidad o masa de polvo obtenido por la masa de sólidos en alimentación para lo cual se empleó la siguiente ecuación (López Hernandez & Riofrío Cueva, 2017):

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{masa de polvo obtenido (g)}}{\text{masa de sólidos en la alimentación (g)}} * 100$$

3.14 Reconstitución de horchata

Para la reconstitución de la horchata se utilizó la relación 1:10, 5 g de horchata en polvo en 50 mL de agua a T de ebullición (Espinosa, 2019).

3.15 Extracción de componentes volátiles

La etapa de extracción se realizó con diclorometano, se consideró varias muestras de horchata:

Tabla 2

Muestras utilizadas en la extracción de componentes volátiles

Muestra	Descripción
A	Horchata sin aceites esenciales sin conservantes
B	Horchata sin aceites esenciales con conservantes
C	Horchata con aceites esenciales con conservantes
D	Horchata reconstituida con maltodextrina 5%
E	Horchata reconstituida con maltodextrina 8%
F	Horchata preparada con Té comercial

En un embudo de decantación se colocó 500 mL de horchata de cada muestra y se añadió 5 mL de diclorometano respectivamente, se agitó y se dejó reposar por 30 minutos

para asegurar una correcta extracción; seguidamente se recogió en viales la parte inferior del embudo de decantación que comprende el diclorometano con los componentes volátiles extraídos.

Este método de extracción consiste en el arrastre de componentes volátiles presentes en una solución, separándose por diferencia de densidades.

Figura 17

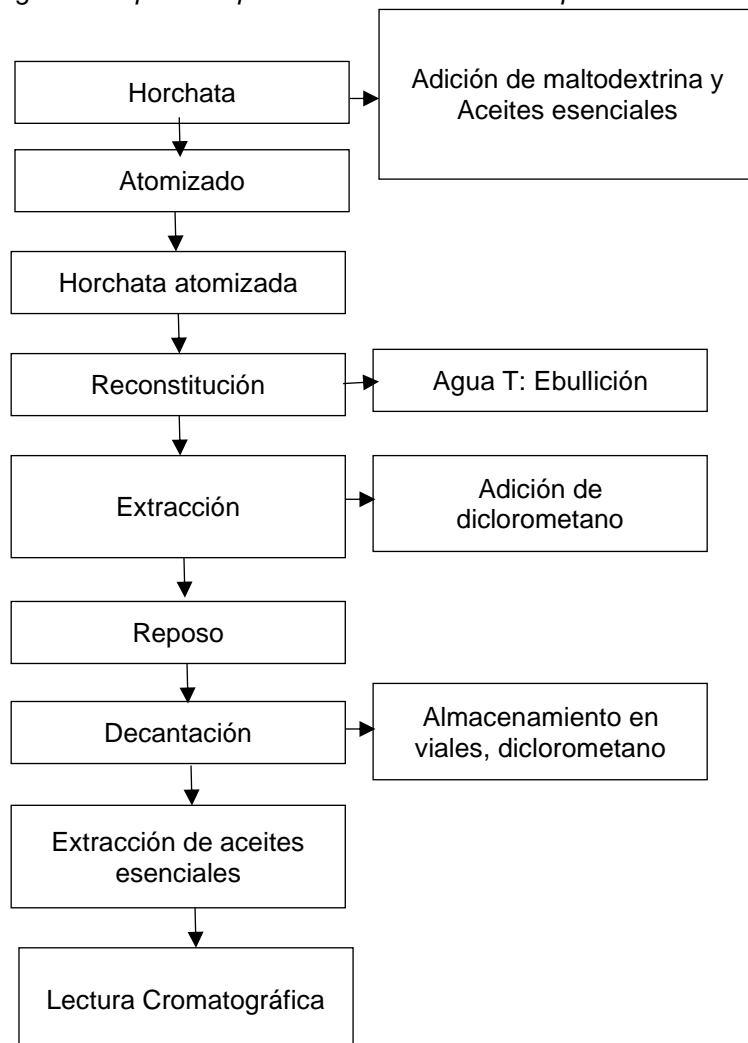
Proceso de extracción de componentes volátiles



A continuación, se presenta un flujograma del proceso aplicado para la determinación de componentes volátiles:

Figura 18

Flujograma de proceso para determinación de componentes volátiles



3.16 Determinación de la composición química de los componentes volátiles.

Para el análisis de los componentes volátiles de la horchata reconstituida se utilizó cromatografía de gases acoplado a la espectrometría de masas, dos detectores: espectrometría de masas y de ionización de llama y una columna cromatográfica DB-5MS. “Este método analítico ayuda a identificar las moléculas aromáticas, permitiéndonos determinar cuantitativa y cualitativamente los compuestos aromáticos presentes en la horchata reconstituida” (Barzallo Cordero, 2020).

El equipo utilizado para la identificación es el cromatógrafo Agilent serie 6890N acoplado a un espectro de masas (GC/MS) Agilent serie 5973 Inert. El equipo contiene un inyector automático Split/ Splitless serie, y se encuentra acoplado a un detector de ionización

de llama (FID) dotado de un generador de hidrogeno Gas 9150 Packard y posee un sistema de datos MSD-ChemStation D.01.SP1 (Barzallo Cordero, 2020).

Las columnas capilares que se utilizaron para la identificación de componentes volátiles son:

Columna no polar (DB-5MS) recubierta internamente por fenilo al 5% y dimetil arileno siloxano al 95% la cual tiene una temperatura límite de 325°C.

Parámetros considerados en la inyección:

- Inyector: Modo: Split Ratio de partición: 50:1
Temperatura inicial: 250°C
Tipo de gas: Helio
- Horno: Temperatura inicial: 50°C
Tiempo inicial: 3 minutos
Rampa: 3°C/min
Temperatura final: 230°C
- Columna: DB5-MS 40
Temperatura máxima: 325°C
Modo: Flujo constante.
Flujo inicial: 0,9 mL/seg.
Presión inicial nominal: 6.50 psi
Velocidad promedio: 35 cm/seg.
Presión de salida: Vacío
- Detector: Temperatura: 250°C
Tipo de gas: Helio.

Figura 19

Cromatógrafo de Gases Agilent serie 6890N, acoplada a un Espectrómetro de Masas Agilent serie 5973 Inert



Nota: Adaptado de Barzallo Cordero (2020)

3.17 Identificación cualitativa y cuantitativa de componentes volátiles.

Para la identificación de componentes volátiles se usó los cromatogramas obtenidos del cromatógrafo, en el cual el detector produce una señal en función del volumen o tiempo de elución plasmándolas en una representación gráfica (Coronel López, 2017), donde se pueden observar picos que son el tiempo de retención y concentración de los componentes volátiles para luego ser identificados (Barzallo Cordero, 2020) para realizar de manera más fácil la identificación de dichos componentes se realizó una integración de picos mediante el software Chromeleón 7 del mismo equipo.

Para el cálculo de los índices de retención de Kóvats aritmético se utilizó los cromatogramas y se aplicó la siguiente ecuación:

$$IR = 100n + 100 * \frac{t_{RX} - t_{Rn}}{t_{RN} - t_{Rn}}$$

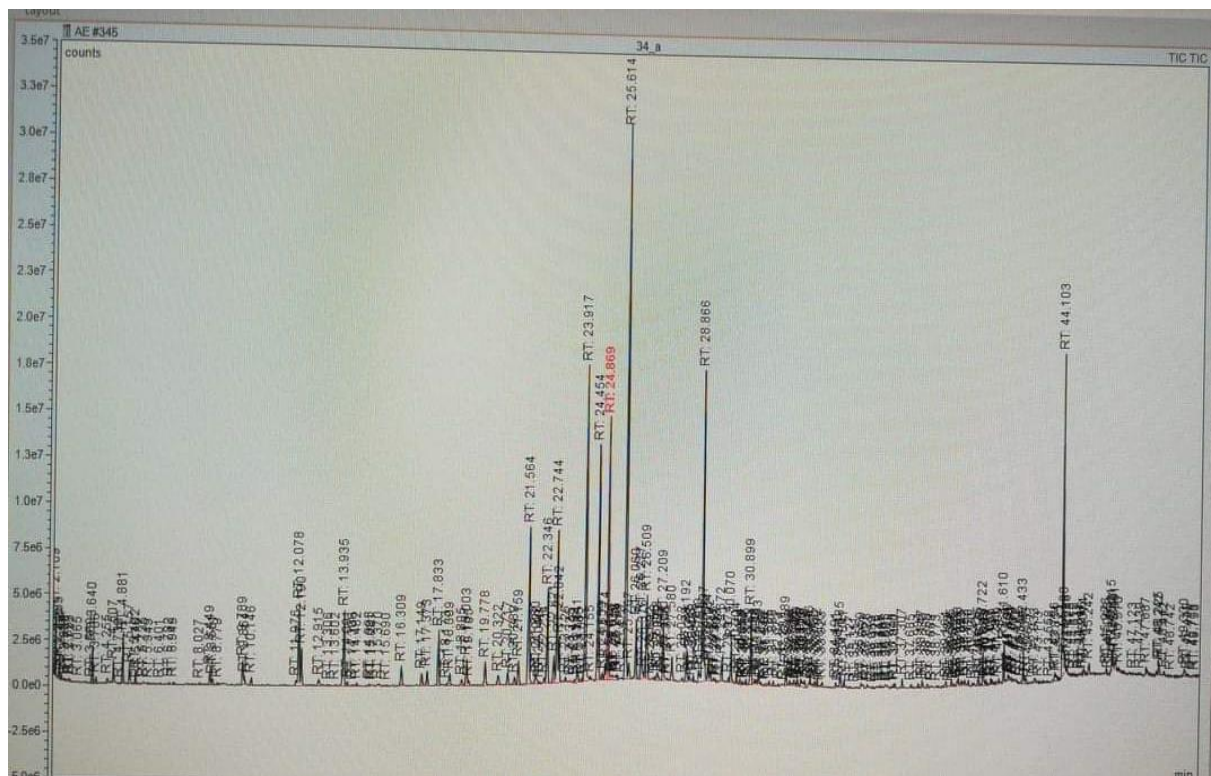
Donde:

- IR: Índice de retención de Kóvats aritmético
- n: Número de átomos de carbono en el n-alcano

- tRX: Tiempo de retención del compuesto analizado, que eluye en el centro de n-alcenos
- tRn: Tiempo de retención n-alceno que eluye antes del compuesto analizado
- tRN: Tiempo de retención del n-alceno que eluye después del compuesto analizado (Barzallo Cordero, 2020).

Figura 20

Cromatograma



Capítulo cuatro

Resultados de los análisis

4.1 Resultados de análisis físicos y químicos

Para el análisis de pH y sólidos solubles se aplicó las normas INEN 2471:2017, NTE INEN -ISO, 2013 y NTE INEN 2304, para productos en polvo o granulados que contienen una mezcla de aditivos alimentarios con o sin ingredientes alimentarios para disolver y preparar bebidas y para refrescos o bebidas no carbonatadas respectivamente.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 2:

Tabla 3

Valores de pH y sólidos solubles obtenidos de muestras de horchata

Muestra	Parámetro	
	pH	Sólidos Solubles
Horchata		
Líquida	3.80±0.17	0.36±0.05
Atomizada	-	-
Reconstituida		
Maltodextrina 5%	2.04±0.03	0.73±0.1
Maltodextrina 8%	2.22±0.02	0.96±0.2
Comercial	4.78±0.01	0.53±0.05

En la Tabla 3, se pueden evidenciar los valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos a las diferentes muestras de horchata, obteniendo resultados de pH entre 2.04 y 4.78 a temperatura de 20° C, para la horchata líquida se comparó con la norma NTE INEN 2304 para refrescos o bebidas no carbonatadas que establece un valor máximo de pH de 4.5; para la horchata reconstituida se comparó con las normas INEN 2471:2017 y NTE INEN-ISO 2013 para productos granulados o en polvo que contienen mezcla de aditivos con o sin ingredientes alimentarios listas para disolver y preparar bebidas que establece un valor máximo de pH de 4.2. Todos los valores se encuentran dentro del rango establecido, a excepción de la horchata comercial que presenta un pH de 4.78.

De igual manera los resultados obtenidos para sólidos solubles medidos mediante un refractómetro digital oscilan entre 0.36 y 0.96 comparando con las normas que establecen un valor máximo de 15; todos los valores se encuentran dentro del rango permitido.

4.1.1 Sólidos totales en horchata líquida

Se determinó la cantidad de sólidos totales mediante el método de la AOAC 934,06; los datos se calcularon por diferencia de pesos y se tabularon como la media \pm desviación estándar. Los valores se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Resultados de análisis de sólidos totales en horchata líquida

Identificación	ST%
Blanco	0
Cápsula 1	0,20 \pm 0,00
Cápsula 2	0,26 \pm 0,00
Cápsula 3	0,20 \pm 0,00

En la tabla 4 se pueden observar los valores obtenidos de sólidos totales, mediante el método AOAC 934,06; obteniendo un promedio de 0.22 % para sólidos totales, este valor se compara con el valor obtenido por Espinosa, (2019), el cual presenta un valor de 0.25%.

4.1.2 Aw de agua en Horchata Atomizada

Los resultados se obtuvieron con ayuda del equipo LABTOUCH del laboratorio de alimentos.

Tabla 5

Resultados de Actividad de Agua de horchata en polvo

Muestra	Aw
Maltodextrina 5 %	0.295 \pm 0.00
Maltodextrina 8 %	0.227 \pm 0.00

En la tabla 5, se muestran los resultados obtenidos del análisis de Actividad de Agua (Aw), obteniendo valores de 0.295 para la muestra D con concentración de maltodextrina 5% y un valor de 0.227 para la muestra E con concentración de Maltodextrina 8%, se aplicó la norma ISO 18787:2017 que establece principios básicos y especifica requisitos para determinación de actividad de agua en productos alimenticios en polvo, con un valor máximo de 1; los valores obtenidos están dentro del rango permitido.

4.1.3 Rendimiento de Atomización

Se determinó el rendimiento después del proceso de atomizado para la muestra D y E (Maltodextrina 5% y 8% respectivamente), los resultados se observan en la siguiente tabla.

Tabla 6

Resultados de Rendimiento para las muestras atomizadas

Muestra	Encapsulante	Temperatura de entrada °C	Concentración de Sólidos %	Rendimiento%
D	Maltodextrina	120	5	52.7
E	Maltodextrina	120	8	56.2

En la Tabla 6, se muestran los resultados de rendimientos de los dos procesos de atomización aplicados en base a diferentes condiciones de concentración de sólidos, obteniendo resultados de rendimiento superiores al 50%. Según Brandari & Howes (1997) para considerar un proceso de atomización o pulverización exitoso, el resultado obtenido del rendimiento debe tener un porcentaje mayor al 50%, por otro lado, Espinosa (2019), menciona que el uso de maltodextrina en el proceso de atomización presenta un efecto positivo aumentando el rendimiento del proceso, de esta manera podemos concluir que el proceso de atomización fue correcto y óptimo.

4.1.4 Análisis cuantitativo y cualitativo de muestras de Horchata

Para la determinación de componentes volátiles en horchata reconstituida se utilizó el cromatógrafo de gases acoplado a la espectrometría de masas (CG/MS), se inyectaron las muestras en la columna DB5-MS, que representa una columna no polar, cuyo

procedimiento se describe en la metodología, se analizó los datos, se integró los picos de los cromatogramas para calcular los índices de Kovats aritméticos (IR) y se comparó con los índices de retención reportados en la literatura de Adams, (2017).

A continuación se detalla los componentes identificados en las muestras de horchata:

Tabla 7

Composición química de Horchata Líquida

Compuesto	DB5-MS					
	IRC	IRB	% Cantidad relativa		x	σ
			A1	A2		
Cineole <1,8->	992	1026	2,23	2,02	2,13	0,15
Linalool	1075	1095	0,39	0,36	0,37	0,02
Menthone	1150	1148	1,17	1,07	1,12	0,07
Terpineol < α ->	1204	1186	0,37	0,36	0,37	0,01
Anethole <Z->	1209	1249	-	0,34	0,34	-
Linalool propanoate	1244	1334	0,62	0,59	0,60	0,02
Citronellol	1249	1223	1,46	1,38	1,42	0,06
Neral	1267	1235	22,45	20,31	21,38	1,52
Carvone	1277	1239	38,00	33,71	35,85	3,04
Geraniol	1282	1249	3,45	3,18	3,31	0,19
Verbanol acetate <iso->	1308	1308	21,94	19,96	20,95	1,41
Anethole <E->	1332	1282	2,99	2,77	2,88	0,15
Oplopanone	1805	1739	0,35	0,32	0,34	0,02
Tributyl acetylcitrate	2115	2224	0,82	0,94	0,88	0,09
			Total Identificado		91,95	

En la Tabla 7, se presentan los componentes volátiles identificados en la muestra A que representa horchata líquida, sin adición de conservantes ni aceites esenciales; los componentes mayoritarios fueron: Neral (21,38 %), Carvone (35,85 %), Verbanol acetate <iso-> (20,95 %), estos compuestos se encuentran presentes en casi todas las muestras a

excepción de la muestra B (Horchata líquida + Conservante) y muestra F (Horchata comercial en té).

Tabla 8

Composición química de Horchata líquida + Conservante

Compuesto	DB5-MS					
	IRC	IRB	% Cantidad relativa		x	σ
			B1	B2		
Neral	1267	1235	1,03	-	1,03	-
Carvone	1276	1239	1,97	1,56	1,77	0,143
Verbanol acetate <iso->	1308	1308	1,05	-	1,05	-
Acetyl tributyl citrate	2115	2224	9,53	-	9,53	-
			Total Identificado		13,38	

En la tabla 8, se presentan los componentes volátiles identificados en la muestra B (Horchata líquida + Conservante), el único componente mayoritario identificado fue: Acetyl tributyl citrate (9,53 %), cabe destacar que en la lectura cromatográfica se evidenciaron varios tiempos de retención los cuales nos permitieron calcular los índices de retención, sin embargo para la identificación de estos componentes se evidenció un cambio en su estructura y cromatograma; esto podría ser, debido al uso del conservante que presenta un ion, el cual se adirió a la molecula del compuesto y modificó su estructura.

Tabla 9*Composición química de Horchata líquida + Conservante + Aceites esenciales*

Compuesto	DB5-MS					x	σ
	IRC	IRB	% Cantidad relativa				
			C1	C2			
Pinene-β	949	974	-	11,43	11,43	-	
Linalool	1075	1095	1,35	3,19	2,27	1,30	
Menthone	1162	1148	1,46	2,94	2,2	1,05	
Hexenyl butanoate	1184	1184	-	1,92	1,92	-	
Menthol <neo->	1251	1161	-	3,74	3,74	-	
Citronellyl formate	1255	1271	-	12,01	12,01	-	
Citronellol	1249	1223	4,03	-	4,03	-	
Neral	1267	1235	21,3	23,87	22,585	1,82	
Myrtanol	1285	1253	-	4,11	4,11	-	
Geraniol	1282	1249	5,04	4,83	4,935	0,15	
Verbanol acetate <iso->	1309	1308	21,37	27,33	24,35	4,21	
Isoledene	1509	1374	-	4,62	4,62	-	
			Total Identificado		98,2		

En la tabla 9, se presentan los componentes volátiles identificados en la muestra C (Horchata líquida + Conservante + Aceites Esenciales), los componentes mayoritarios identificados fueron: Pinene - β (11,43 %), Citronellyl formate (12,01 %), Neral (22,58 %) y Verbanol acetate <iso-> (24,35 %); cabe resaltar que ésta muestra también presentó componentes similares a los mencionadas en la muestra B por adición de conservante; sin embargo se pudo identificar más compuestos debido al enriquecimiento con aceites esenciales.

Tabla 10*Composición química de Horchata reconstituida con Maltodextrina 5 %*

Compuesto	DB5-MS					x	σ
	IRC	IRB	% Cantidad relativa				
			D1	D2			
Linalool	1075	1095	1,62	-	1,62	-	
Menthone	1162	1148	1	-	1	-	
Citronellol	1249	1223	16,78	11,98	14,38	3,39	
Neral	1267	1235	16,41	12,06	14,23	3,08	
Geraniol	1282	1249	12,57	8,82	10,69	2,65	
Verbanol acetate <iso->	1308	1308	22,9	16,89	19,89	4,25	
Anethole	1329	1282	6,93	4,71	5,82	1,57	
			Total Identificado		67,645		

En la tabla 10, se presentan los componentes volátiles identificados en la muestra D (Horchata reconstituida + Maltodextrina 5 %), los componentes mayoritarios identificados fueron: Citronellol (14,38 %), Neral (14,23 %), Geraniol (10,69 %)

Tabla 11*Composición química de Horchata reconstituida con Maltodextrina 8 %*

Compuesto	DB5-MS					x	σ
	IRC	IRB	% Cantidad relativa				
			E1	E2			
Linalool	1075	1095	2,45	2,41	2,43	0,03	
Menthone	1162	1148	1,36	1,32	1,34	0,03	
Linalool propanoate	1244	1334	0,6	0,6	0,6	0,00	
Citronellol	1250	1223	21,97	21,99	21,98	0,01	
Citronellyl formate	1256	1271	0,56	0,59	0,575	0,02	
Neral	1267	1235	18,73	18,79	18,76	0,04	
Carvone	1276	1239	0,59	-	0,59	-	
Geraniol	1282	1249	14,84	15,02	14,93	0,13	
Verbanol acetate <iso->	1309	1308	26,56	26,62	26,59	0,04	
Murolene	1508	1500	0,87	0,93	0,9	0,04	
			Total Identificado		88,695		

En la tabla 11, se presentan los componentes volátiles identificados en la muestra E (Horchata reconstituída + Maltodextrina 8 %), los componentes mayoritarios identificados fueron: Citronellol (21,99 %), Neral (18,79 %), Geraniol (15,02 %), Verbanol acetate <iso-> (26,62%); los compuestos identificados en ésta muestra son muy similares a los compuestos identificados en la muestra D, sin embargo se puede evidenciar una menor cantidad de compuestos comparado con la muestra A, Según Espinosa, (2019), en el proceso de atomizado existen pérdidas de componentes volátiles.

Se realizó la inyección de los aceites esenciales utilizados para el enriquecimiento de las muestras D y E; observandose presencia de varios compuestos identificados de los aceites esenciales en las muestras reconstituidas, por lo cual afirmamos que el enriquecimiento fue óptimo. Los resultados de éste análisis se muestran en el Anexo 2.

Tabla 12

Composición química de Horchata comercial

Compuesto	DB5-MS					x	σ
	IRC	IRB	% Cantidad relativa				
			F1	F2			
Citronellol	1249	1223	0,93	0,94	0,94	0,01	
Neral	1266	1235	3,22	3,19	3,21	0,02	
Geraniol	1282	1249	1,15	1,08	1,12	0,05	
Verbanol acetate <iso->	1308	1308	5,46	5,38	5,42	0,06	
Ethyl geranate	1412	1394	0,96	-	-	-	
Methyl cinnamate	1457	1376	1	0,88	0,94	0,08	
Methyl isoeugenol	1475	1451	2,14	2,18	2,16	0,03	
Myristicin	1612	1517	3,46	3,79	3,63	0,23	
Elemicin	1641	1555	38,66	39,64	39,15	0,69	
Drimenol	1774	1766	1,01	0,96	0,99	0,04	
			Total Identificado		57,54		

En la tabla 12, se presentan los componentes volátiles identificados en la muestra F (Horchata comercial en té), los componentes mayoritarios identificados fueron: Elemicin (39,64%), Verbanol acetate <iso-> (5,38 %); comparado con las demás muestras se

identificó compuestos como Citronellol (0,94 %), Neral (3,21 %), Geraniol (1,12 %), presentes en la mayoría de muestras pero en menores porcentajes en este caso, sin embargo se observan nuevos compuestos identificados ausentes en las demás muestras, la razón principal es la materia prima con la que se elabora el té de horchata, a diferencia de nuestra materia prima hacen uso de diversas plantas medicinales. Cabe destacar que en el proceso de extracción de componentes volátiles se presentaron complicaciones, esto debido a que se detectó presencia de gran cantidad de impurezas, por lo que, fue necesario realizar varias microfiltraciones previniendo el funcionamiento del Cromatógrafo de Gases, razón por la cual también se atribuye el porcentaje de compuestos identificados en esta muestra.

Conclusiones

Se obtuvieron buenos resultados de rendimiento en el proceso de atomización, sobresaliendo la horchata con maltodextrina a concentración de sólidos del 8 % con un valor de 56.2 %.

Los valores obtenidos de análisis fisicoquímicos para todas las muestras se encuentran dentro de los rangos establecidos por las normas INEN.

Los compuestos identificados en la muestra de horchata (A) sin conservante y sin aceites esenciales son superiores a los compuestos identificados en las demás muestras (B, C, D, E y F).

Los compuestos identificados en la horchata reconstituida son mayoritarios en comparación con la horchata comercial, sin embargo, en la horchata comercial se identificaron componentes ausentes en el resto de las muestras, la razón principal es la composición de dicha muestra.

Compuestos identificados en la horchata como el Geraniol aportan a la bebida propiedades medicinales como neuroprotector y propiedades antioxidantes; además este compuesto actúa como agente anticancerígeno; también el compuesto Linalool, aporta a la bebida propiedades antidepresivas; éstos compuestos antes mencionados fueron identificados casi en todas las muestras estudiadas; excepto el Linalool en la muestra F que representa la horchata comercial en té.

Recomendaciones

Realizar una comparación entre varias formulaciones de horchata, entre ellas se hace uso de un número mayoritario de plantas.

Realizar un análisis de componentes volátiles con materia prima recolectada en diferente época del año, para así verificar si afecta el tiempo de cosecha con la concentración de componentes volátiles.

Realizar con anticipación la extracción de componentes volátiles para inyección, por disponibilidad del equipo; almacenar los viales a una temperatura de 2 a 4 °C y taparlos bien evitando así que se volatilicen.

Referencias

- Adams, R. P. (2017). *Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. Ed, 41.
- Aguirre, Z. Y. (2014). *Plantas Medicinales de la zona andina de la provincia de Loja*. Loja: Primera Edicion.
- Andrade, E. M., & Mendoza, D. N. (2012). *Diseño de la Línea de Producción de una Bebida de Hierba Denominada Horchata*. Guayaquil.
- Bailón, N. (20 de abril de 2017). Los beneficios de la salud de los tongos para elaborar horchata. *Redacción Médica*, pág. 1.
- Barzallo Cordero, M. A. (2020). *Determinación de compuestos volátiles en las bebidas tradicionales Horchata y Guabiduca*. Loja.
- Bemiller, N., & Whistler, R. (1996). Carbohidratos. *Food Chemistry*, 157-225.
- Bhandari, B., & Howes, N. D. (1997). *Problems Associated with spray drying of Sugar-Rich Foods*. *Drying Technology and An International Journal*.
- Choque Mendoza, S. L., & Corilla Huaman, G. P. (2015). *Influencia de la temperatura del aire de entrada y la salida de maltodextrina en la humedad final y contenido de antonicianinas en el secado por atomización de las flores del Mastuerzo (Tropaeolum majus L.)*. Lima.
- Coronel López, E. A. (2017). *Determinación de la composición química, propiedades físicas y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de Piper carpunya (Ruiz & Pav.) de la provincia de Zamora Chinchipe*. Loja.
- Espinosa, K. d. (2019). *Obtencion de Horchata en Polvo*. Loja.
- Espinoza, E. (2016). *La tradicional Horchata lojana: Entre iniciativas de desarrollo gubernamentales y comunitaras*. . Quito.
- Esteban, J. I. (2015). *El hinojo (Foeniculum vulgare Mill.) en las Ciencias Farmacéuticas*. Madrid.
- García, P. (s.f.). *Microencapsulación como herramienta para el desarrollo de alimentos saludables*. Chile : Departamento de Nutrición .

- José Waizel Bucay, S. W. (2019). Las plantas con principios amargos y su uso medicinal. ¿Un fruto dulce? *Revisión sistemática Medigraphic.com*.
- López Hernandez, O. D., & Riofrío Cueva, Z. R. (2017). *Obtención y Caracterización de agua de coco (cocos nucifera) en polvo mediante secado por aspersión utilizando coadyuvantes de secado*. Universidad Técnica de Ambato.
- Loyaga, M. (2019). *Elaboración de una bebida espumante de horchata por medio de un destilado y carbonatación*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Lucía de la Torre, M. J. (2018). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. Quito: Herbario QCA & Herbario AAU.
- M.C. Gutiérrez, & Droguet, M. (2002). *LA CROMATOGRAFÍA DE GASES Y LA ESPECTROMETRÍA DE MASAS: IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS CAUSANTES DE MAL OLOR*. Catalunya.
- Madalyd Yurani, V. P. (2019). Secado por atomización de bacterias ácido lácticas. *Ingeniería y Ciencia*, Vol 15, No 29.
- Mahecha, C. A. (2010). *Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales extraídos de hojas y frutos de Siparuna sessiliflora*. Bogotá.
- Martínez, A. (2003). *Aceites esenciales*. Medellín: Facultad Química Farmacéutica.
- Miravet, G. V. (2009). *Secado por Atomización de zumo de granada*. Cartagena.
- Montoya, G. (2010). *Aceites esenciales, una alternativa de diversificación para el eje cafetero*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Morales, S., S., G., Ladio, A., & Castro, M. A. (2009). *Etnobotánica, anatomía y caracterización físico-química del aceite esencial Baccharis obovata Hook*.
- Moscoso, N. B. (2018). *Los beneficios de la salud de los tongos para elaborar horchata*. Loja.
- Mosquera, L. H. (2010). *Influencia De La Humedad Y De La Adición De Solutos (Maltodextrina O Goma Arábica) En Las Propiedades Físicoquímicas De Borojó Y Fresa En Polvo (Tesis doctoral)*. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de Universidad Politecnica De Valencia: <http://hdl.handle.net/10251/9035>

- Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B. (2011). *An overview of encapsulation technologies for food applications*. *Procedia Food Science*.
- Peralta, E. (junio de 2009). *Amaranto y Ataco: Preguntas y Respuestas*. *Boletín divulgativo. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP*. Recuperado el 22 de febrero de 2018, de Amaranto y Ataco: Preguntas y Respuestas. Boletín divulgativo. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/AMARANTO%20Y%20ATACO%20P&R.pdf>
- Ríos, J. C. (2015). *Elaboración de horchata de arroz con diferentes edulcorantes y las características sensoriales del producto*. Chone.
- Sandoval, A., Rodriguez, E., & Aponte, A. (2011). *Encapsulación de Aditivos para la Industria de Alimentos*. Cali.
- Siccha, A., & Lock, O. (1995). *Secado por atomización (Spray Dryer)*.
- Stashenko, E., & Martínez, J. (2010). Algunos aspectos prácticos para la identificación de analitos por cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas. *Scientia Chromatographica*, Vol.2, N°1, 29-47.
- Tinitana Imaicela, F. .. (2014). *Composición florística y etnobotánica de las diferentes formaciones vegetales de la provincia de Loja, Ecuador*. Loja.
- Wu Ng, Y. (2017). *Impacto de la adición de carboximetilcelulosa en la calidad de Kiwi en polvo obtenido por liofilización y atomización*. Valencia.
- Wu-Ng, Y. (21 de Septiembre de 2013). *Impacto de la Adición de Carboximetilcelulosa en la Calidad de Kiwi en Polvo Obtenido por Liofilización y Atomización (Tesis de maestría)*. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de Universidad Politécnica de Valencia: <http://hdl.handle.net/10251/33914>
- Yagües, G. (2008). *Cromatografía de Gases*. Alicante.

Yutacán, M. D. (2015). *¿Donde viene la horchata?* Recuperado el 2018 de febrero de 22,
de <http://www.meridadeyucatan.com/la-cocina-es-cultura-de-donde-viene-la-horchata/>

Apéndice

5. Anexo 1. Materiales utilizados en la elaboración de Horchata

Materiales

- Cocina Industrial
- Balanza analítica OHAUS Analytical plus AP250D.
- Refractómetro METTLER TOLEDO REFRACTO 30PX- 30 GS.
- Espectrofotómetro PowerWave XS (BioTek).
- pHmetro
- Termómetro
- Colorímetro móvil CR-14 Konica Minolta.
- Estufa de vacío Lab Companion OV-12.
- Atomizador Mini Spray Dryer B-290
- Planta de agitación magnética RO 15 P SI IKA Labortechnik.
- Equipo LABTOUCH-aw
- Vasos de precipitación de 100 y 500 ml
- Pipetas de 10 y 100 ml
- Embudo de decantación

Insumos

- Maltodextrina
- EDTA di sódico
- Aceite esencial de Hierbaluisa
- Aceite esencial de Esencia de Rosas

6. Anexo 2 Composición química de los aceites esenciales utilizados para el enriquecimiento de las muestras D y E

Aceite Esencial de Esencia de Rosas			
Compuesto	DB5-MS		
	IRC	IRB	% Cantidad relativa
Linalool	1076	1095	4,77
Menthone	1162	1148	7,3
Citronellyl formate	1255	1271	40,51
Geraniol	1285	1249	10,59
Linalool propanoate	1312	1334	16,18
Neryl formate	1344	1280	3,99
Murolene	1509	1500	16,65
	Total Identificado		99,99

Aceite esencial de Hierba Luisa			
Compuesto	DB5-MS		
	IRC	IRB	% Cantidad relativa
Hexenyl butanoate	1184	1184	3,6
Myrtanol	1272	1250	42,92
Geraniol	1285	1249	7,43
Verbanol acetate <iso->	1310	1308	10,12
Linalool propanoate	1313	1334	17,86
Neral	1315	1235	18,07
	Total Identificado		100

7. Anexo 3 Metodología para la identificación de componentes volátiles

- Obtención de datos del Cromatógrafo

Luego de la inyección en cromatografía, el equipo nos brinda datos con tiempos de retención por cada muestra y espectros de masa los cuales facilitan el reconocimiento de los compuestos; además es necesario obtener los datos de la inyección de hidrocarburos (alcanos), los cuales son la base para calcular los índices de Kovats.

- Cálculo de índices de Kovats

Los índices de Kovats se obtuvieron en base a la ecuación mencionada en la parte experimental, utilizando datos de los tiempos de retención de hidrocarburos para cada compuesto.

- Identificación de Componentes Volátiles

Con los índices de Kovats calculados se hace una comparación con la literatura de Adams, en él se encuentran datos de comparación como peso molecular del compuesto, fórmula del compuesto, espectros de masa, tiempos de retención e índices de Kovats; se realizó una búsqueda de acuerdo con los datos mencionados y se determinó el nombre del compuesto