

1216 **IF**

ENE 2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA QUIMICA



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

**" EXTRACCION Y  
CARACTERIZACION DEL  
ACEITE ESENCIAL DE  
JENGIBRE (Zingiber officinalis)"**



AUTOR: ING. VIORICA STANCIUC STANCIUC *[Signature]*

(PERIODO DE EJECUCION: Del 01 de enero 2012 al 31 de diciembre 2013)

(Resolución de aprobación N° 115-2012- R

CALLAO, año 2013

*111Q  
Mary  
06-01-2013  
10:00 hrs.  
006.*

*111Q  
Mary  
07-01-2013  
15:20 hrs.  
006.*



<b>I.- INDICE</b>	<b>PAG.</b>
<b>II. RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>III. INTRODUCCION</b>	<b>6</b>
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3.1.1. Descripción y análisis del tema	6
3.1.2. Planteamiento del problema.	7
3.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	8
3.2.1. OBJETIVO GENERAL	8
3.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
3.3 ALCANCES DE LA INVESTIGACION	9
3.4 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	9
3.5 FORMULACION DE LAS HIPOTESIS	10
<b>IV. MARCO TEORICO</b>	<b>11</b>
4.1 Clasificación de los compuestos orgánicos componentes de los aceites esenciales	11
4.2. Jengibre	18
4.2.1 Componentes del aceite esencial de jengibre	21
4.2.2 Aplicaciones industriales y alimentarios del aceite esencial de Jengibre	23
4.3. Aspectos teóricos de la extracción de un aceite esencial	23
4.3.1. Procedimientos de extracción de los aceites esenciales	25
4.3.1.1 Hidrodestilación	25
4.4. Análisis físico –químicos e instrumentales para la caracterización de un aceite esencial	35
<b>V. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>41</b>
5.1 Materiales utilizados	41
5.2 Metodología experimental	41

5.2.1 Preparación de la materia prima	43
5.2.2 Extracción por arrastre con vapor	44
5.3 Purificación del aceite	47
5.4 Análisis físico- químicos del jengibre	47
5.4.1. Humedad	47
5.4.2 Cenizas	48
5.4.3 Análisis físico-químicos e instrumentales del aceite de jengibre	48
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>50</b>
6.1 Determinación de la humedad de la materia prima	50
6.2 Determinación de las cenizas de la materia prima	50
6.3 Resultados de las propiedades físicas del aceite esencial	50
6.3.1 Propiedades físicas	50
6.3.2 Resultados de la evaluación sensorial	50
6.4 Resultados de análisis instrumentales	50
6.5 Calculo del volumen del aceite	51
6.6 Parámetros de operación del arrastre por vapor	51
<b>VII. DISCUSION</b>	<b>54</b>
<b>VIII. REFERENCIALES</b>	<b>56</b>
<b>IX. APENDICES</b>	<b>57</b>
9.1 Humedad	57
9.2 Cenizas	58
9.3.1Propiedades físicas	60
9.3.2 Evaluación sensorial	61
<b>X. ANEXOS</b>	<b>70</b>

## II. RESUMEN

En la presente investigación se ha estudiado la extracción del aceite esencial de jengibre mediante el método de arrastre con vapor. También se han hecho análisis de algunas propiedades físico químicas del jengibre, así como del aceite esencial.

Dentro de las características de las rizomas del jengibre se encontró que presentan una humedad de 79 % y 1,7 % de cenizas.

Para una buena extracción del aceite esencial, ha sido necesario un secado previo de las rizomas a la temperatura de 30°C por una duración de 4- 5 días, así como una molienda adecuada para obtener un mejor rendimiento. El secado se realizó en una estufa con recirculación de aire. Temperatura de arrastre con vapor ha sido de 97°C y la presión de arrastre de 1 atm.. El rendimiento de aceite ha sido de 0,5 % del peso del material seco.

Las características físicas de aceite son:

- Densidad 0,876 g/cm<sup>3</sup>, Índice de refracción 1,4588, soluble en alcohol. El análisis del aceite por espectroscopia de IR y UV indica la presencia de sesquiterpenos, siendo el zingibereno el principal componente.

Palabras clave: aceite esencial, jengibre, arrastre de vapor.

## II.ABSTRACT

In the present investigation we have studied the extraction of essential oil of ginger by steam distillation method . Analysis has also been made of some physicochemical properties of ginger , and essential oil . Among the characteristics of the ginger rhizome found to have a moisture of 79 % and 1.7 % ash. 5 days, and adequate grinding to get better performance

- For a good extraction of essential oil , pre-drying of the rhizomes at the temperature of 30 ° C for a duration of 4 has been necessary . Drying was performed in an oven with air recirculation.

Steam distillation temperature was 97 ° C and the driving pressure of 1 atm.

Oil yield was 0.5 % by weight dry material.

Oil Physical characteristics are:

- . Density 0.876 g/cm<sup>3</sup>, refractive index 1.4588, soluble in alcohol.

Oil analysis by IR and UV spectroscopy indicated the presence of sesquiterpenes zingiberene being the main component .

Keywords: essential oil, ginger, steam stripping .

### III.- INTRODUCCION

#### 3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

##### 3.1.1 Descripción y análisis del tema

La presente investigación tiene como propósito el estudio de la extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinalis*).

Los aceites esenciales son sustancias odoríferas de naturaleza oleosa encontradas prácticamente en todos los vegetales; son muy numerosos y están ampliamente distribuidos en distintas partes del mismo vegetal: en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos.

Estos aceites esenciales son componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactonas; todos ellos fácilmente separables ya sean por métodos químicos o físicos, como la destilación, refrigeración, centrifugación, etc.

El uso de los aceites esenciales de condimentos y especias tanto en la industria de alimentos como en la industria farmacéutica es cada vez más generalizado, debido en parte a la homogeneidad del aroma y a la minimización de las posibilidades de contaminación microbiana, cuando se compara con el uso directo de tales especias y condimentos. El aceite esencial de jengibre que se utiliza en la industria de alimentos es obtenido fundamentalmente por medio de solventes orgánicos como la acetona y el hexano; y a pesar de que existe amplia información sobre la composición del aceite esencial de jengibre procedente del Asia y del África, no ocurre lo mismo con el jengibre de esta parte del globo.

Sakamura et al., (1985) comparó por CG- EM, los componentes volátiles de clones de jengibre producidos *in vitro*, en dos medios de cultivo, con la del rizoma original, encontrando que los monoterpenos (geranial, 1,8-cineol, neral) representan el 63.2% en el medio B5-Gamborg, mientras que los sesquiterpenos (zingibereno, ar-curcumeno) representan el 51.3% en el medio Murashige- Skoog.

### 3.1.2. Planteamiento del problema

La singular variedad ecológica de nuestro territorio con su correlato en la variedad de flora y fauna que determina, y que ha motivado desde muy antiguo el interés de estudiosos provenientes de diversas nacionalidades, constituye, sin duda, no solo una área de investigación que reclama la atención de científicos y tecnólogos peruanos, sino también un vasto campo de aplicación de conocimientos destinados a determinar los fundamentos científicos de las propiedades que desde tiempos ancestrales los han hecho útiles como fuentes de alimentación, al tratamiento de enfermedades, etc.

El Perú cuenta con factores ecológicos que determinan su potencialidad como productor de materias primas para la obtención de los aceites esenciales. Mano de obra y terrenos adecuados son factores relativamente disponibles en el país, presentándose ventajas para la industrialización de aceites esenciales.

En el Perú, las principales industrias que usan a los aceites esenciales son:

- Industria cosmética y farmacéutica: como perfumes, conservantes, saborizantes, principios activos, etc.
- Industria alimenticia y derivada: como saborizantes para todo tipo de bebidas, helados, galletas, golosinas, productos lácteos, etc.
- Industria de productos de limpieza: como fragancias para jabones, detergentes, desinfectantes, productos de uso hospitalario, etc.
- Industria de plaguicidas: como agentes pulverizantes, atrayentes y repelentes de insectos, etc.

Dada la importancia que constantemente se le da a la producción de productos naturales en el sector de perfumería, cosméticos y farmacéutico, hay muchas posibilidades que aumente la demanda de algunos aceites esenciales.

Refiriéndonos concretamente al campo de la ingeniería química, la vastedad de las fuentes naturales de sustancias aromatizantes, vitamínicas, curativas, insecticidas, relajantes y colorantes pueden convertirse en fuentes de ocupación productiva y de ingresos tanto personales como nacionales.

Pretendiendo sentar solo bases para posteriores estudios de profundización, se fijó como finalidad principal del presente estudio, elaborar una investigación que permita la orientación para investigar el área de procedimiento de extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinalis*).

El aceite esencial de jengibre es muy importante porque se utiliza tanto en industria alimentaria, como en cosmética e industria farmacéutica.

En definitiva el jengibre es una de los más importantes condimentos o hierbas, no solo por su uso gastronómico sino también por sus propiedades medicinales. Esta raíz posee un gran número de virtudes; entre otras, estimula el apetito, cura las anomalías digestivas y se utiliza como condimento para las comidas.

**¿Cómo debe ser una investigación de extracción y caracterización del aceite esencial obtenido a partir de jengibre (*Zingiber officinalis*).**

## **3.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **3.2.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general de este estudio consiste en determinar los parámetros adecuados para extraer el aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinalis*) por el método de arrastre por vapor.

### 3.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las características que presenta la materia prima de jengibre.
- Identificar las características físico-químicas del aceite de jengibre demandado por el mercado.
  - Mencionar las aplicaciones del aceite esencial de jengibre.
- Servir de material de estudio necesario en el área de investigación en extracción de un aceite esencial.

### 3.3 ALCANCES DE LA INVESTIGACION

El presente estudio es una investigación aplicada a la ingeniería química. Mediante la publicación de este trabajo, se van a beneficiar en primer lugar los estudiantes de Ingeniería Química, así como cualquier profesional que requiere realizar un trabajo de esta índole.

La elaboración de esta investigación pone al alcance de los investigadores una síntesis sistemática del procedimiento de extracción por arrastre con vapor del aceite esencial de jengibre, así como su caracterización y usos de este aceite

### 3.4 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La elaboración de esta investigación presenta un aporte tecnológico en el área de aceites esenciales, tan importante para la industria nacional.

La investigación que se propone realizar enfatiza sobre los aspectos principales en el área de extracción por arrastre por vapor del aceite de jengibre así como su caracterización y usos de este aceite

El aceite de jengibre es utilizado como producto alimenticio, cosmético, así como medicamento. Se comprobó que es activo ante el *Bacillus cereus*, y medianamente activo contra el *Staphylococcus aureus* y *S. faecalis*.



La rizoma de jengibre se utiliza como digestivo, antiespasmódico, antiséptico intestinal, anti-fermentativo, laxante, anti-diarreico, excitante gástrico, aperitivo, afrodisíaco, tónico sexual, estimulante, expectorante, febrífugo, antitusivo, anticatarral, antirreumático, energetizante, antiinflamatorio y carminativo.

### **3.5 FORMULACION DE LAS HIPOTESIS**

Dada la importancia del problema a resolver y la trascendencia que la temática a desarrollar tiene en la formación del profesional en ingeniería química, proponemos como tarea lo siguiente:

Es posible establecer los parámetros adecuados (tiempo de operación, flujo de vapor de agua, densidad del lecho, etc) para el proceso de extracción por arrastre de vapor de agua del aceite de jengibre y las características físico-químicos del aceite esencial.

## IV.- MARCO TEORICO

### 4.1 Clasificación de los compuestos orgánicos componentes de los aceites esenciales (8.4)

Los aceites esenciales son sustancias odoríferas de naturaleza oleosa encontradas prácticamente en todos los vegetales; son muy numerosos y están ampliamente distribuidos en distintas partes del mismo vegetal: en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos.

Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas. Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por destilación en corriente de vapor de agua, aunque existen otros métodos. En general son los responsables del olor de las plantas. Se definen, según AFNOR (1998), como: Productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal, bien por arrastre con vapor, bien por procedimientos mecánicos a partir del epicarpio de los Citrus, o bien por destilación seca. El aceite esencial se separa posteriormente de la fase acuosa por procedimientos físicos en los dos primeros modos de obtención; puede sufrir tratamientos físicos que no originen cambios significativos en su composición [por ejemplo, re destilación, aireación]. Esta definición establece claramente las diferencias que existen entre los aceites esenciales officinales (que se usa en medicina) y otras sustancias aromáticas empleadas en farmacia y perfumería conocidas vulgarmente como esencias. Están ampliamente distribuidos en coníferas (pino, abeto), mirtáceas (eucaliptus), rutáceas (Citrus spp), compuestas (manzanilla), si bien las plantas con aceites esenciales se ubican principalmente en las familias de las Labiadas (menta, lavanda, tomillo, espliego, romero) y las umbelíferas (anís, hinojo). Pueden estar en diferentes órganos: raíz, rizoma (jengibre), leño

(alcanfor), hoja (eucaliptus), fruto (anís), sumidades floridas (F. Labiatae). La composición varía con el lugar de origen. También varía con el hábitat en que se desarrolle, (por lo general climas cálidos tienen mayor contenido de aceites esenciales), el momento de la recolección, el método de extracción, etc. Entre las principales propiedades terapéuticas debidas a la presencia de aceites esenciales, cabe destacar la antiséptica (durante muchísimos años estas especies vegetales se han empleado como especias, no solo para dar sabor sino también para conservar los alimentos); antiespasmódica; expectorante; carminativa y eupéptica; etc. Se debe tener en cuenta que algunos aceites esenciales, sobre todo a dosis elevadas, son tóxicos, principalmente a nivel del sistema nervioso central. Otros, como el de ruda o enebro, se considera que poseen propiedades abortivas. Algunos también pueden ocasionar problemas tópicos, irritación o alergias. Además de sus propiedades terapéuticas, los aceites esenciales tienen un gran interés industrial en la industria farmacéutica, en alimentación y sobre todo en perfumería.

El contenido total en aceites esenciales de una planta es en general bajo (inferior al 1%) per mediante extracción se obtiene en una forma muy concentrada que se emplea en los diversos usos industriales. La mayoría de ellos, son mezclas muy complejas de sustancias químicas. La proporción de estas sustancias varía de un aceite a otro, y también durante las estaciones, a lo largo del día, bajo las condiciones de cultivo y genéticamente.

Los aceites esenciales son volátiles y son líquidos a temperatura ambiente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos. Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de sazafrás o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado. Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, como éter o cloroformo, y alcohol de

alta gradación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son arrastrables por el vapor de agua.

Los componentes de los aceites se clasifican en terpenoides y no terpenoides.

- A) No terpenoides. En este grupo tenemos sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus usos y aplicaciones.

b) Terpenoides. Son los más importantes en cuanto a propiedades y comercialmente.

Los terpenos derivan de unidades de isopreno (C5) unidas en cadena. Los terpenos son una clase de sustancia química que se halla en los aceites esenciales, resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas, como los pinos y muchos cítricos. Principalmente encontramos en los aceites monoterpenos (C10), aunque también son comunes los sesquiterpenos (C15) y los diterpenos (C20). Pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos.

Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- Alcoholes (mentol, bisabolol) y fenoles (timol, carvacrol)
- Aldehídos (geranial, citral) y cetonas (alcanfor, thuyona)
- Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo, salicilato de metilo, compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).
- Éteres (1,8 – cineol) y peróxidos (ascaridol)
- Hidrocarburos (limoneno,  $\alpha$  y  $\beta$  pineno)

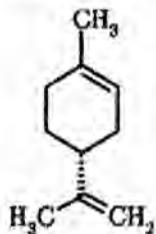
El uso de los aceites esenciales de condimentos y especias tanto en la industria de alimentos como en la industria farmacéutica es cada vez más generalizado, debido en parte a la homogeneidad del aroma y a la minimización de las posibilidades de contaminación microbiana, cuando se compara con el uso directo de tales especias y condimentos.

El aceite esencial de jengibre que se utiliza en la industria de alimentos es obtenido fundamentalmente por medio de solventes orgánicos como la acetona y el hexano; y a pesar de que existe amplia información sobre la composición del aceite esencial de jengibre procedente del Asia y del África, no ocurre lo mismo con el jengibre de esta parte del globo.

Sakamura et al., (1985) comparó por CG- EM, los componentes volátiles de clones de jengibre producidos *in vitro*, en dos medios de cultivo, con la del rizoma original, encontrando que los monoterpenos (geranial, 1,8-cineol, neral) representan el 63.2% en el medio B5-Gamborg, mientras que los sesquiterpenos (zingibereno, curcumeno) representan el 51.3% en el medio Murashige- Skoog.

**a) Hidrocarburos monoterpénicos**

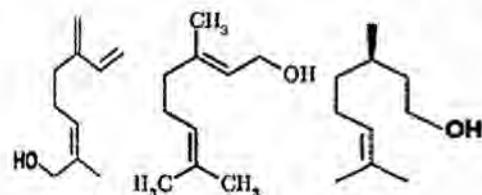
Son los compuestos más abundantes en los aceites esenciales



Limoneno

Por ejemplo limoneno es el precursor de los principales componentes de la esencia de mentas como carvona y mentol.

b) **Alcoholes** que son muy apreciados por su aroma. Por ejemplo el mircenol es el que da sabor a las hojas de te, el tomillo y el cardamomo.



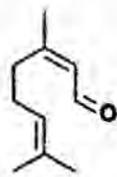
Mircenol Geraniol

Citronelal

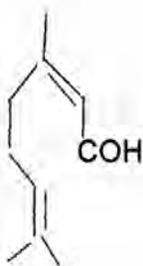
*Handwritten signature*

### c) Aldehídos

Los aldehídos son compuestos muy reactivos y son abundantes en los cítricos y son responsables del aroma característico de la esencia y además tiene propiedades antivirales, antimicrobianos y sedantes, pro muchos de ellos son irritantes para la piel, por lo que no se puede hacer uso tópico de ellos.



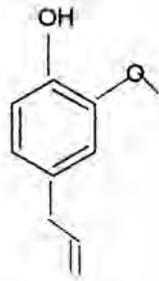
Neral



Citral

### d) Fenoles

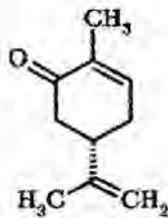
Solo se encuentra en muy pocas especies, pero son muy potentes e irritantes. Los más importantes son el timol, eugenol y carvacrol que se encuentran en los tomillos, oréganos esencia de clavo.



Eugenol

**e) Cetonas**

Se producen por la oxidación de alcoholes y son estables



Carvona

La carvona está presente en la menta y es tóxica.

**f) Éteres**

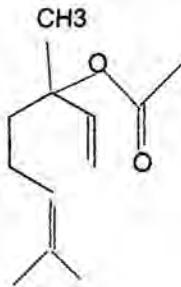
Son reactivos e inestables. Por ejemplo es el 1,8 cineol que es el componente principal del aceite de eucalipto. Es expectorante, y mucolítico y componente principal de medicamento para latos.



1,8 Cineol

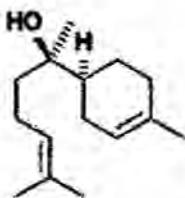
**g) Esteres**

Se encuentran en aceite de lavanda y su abundancia relativa indica un aceite de buena calidad.

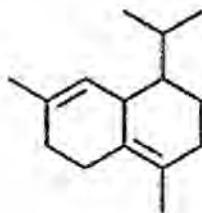


Acetato de linalilo

**h) Sesquiterpenes**

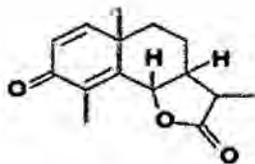


alpha-Bisabolol



Cadineno





Santonina

#### 4.2 Jengibre (*Zingiber officinalis*) (8.6)

El jengibre es de origen asiático, las culturas Hindú y China lo han utilizado por milenios para aliviar problemas digestivos. Los chinos, griegos y romanos consideran esta planta como el yang (comida picante) la cual equilibra la comida fría ying; en fines culinarios estos conceptos se utilizan para crear armonía y balance en los alimentos.

Figura N°4.2.1. Planta de jengibre



Nombre vulgar: Jengibre

Nombre científico: *Zingiber officinalis*

Familia. Zingiberáceas.

Hábitat: Sur de Asia. Cultivado en muchas regiones cálidas.

Características / descripción:

Planta perenne de la familia de las zingiberáceas de hasta 1,8 m de altura. Tallos rojizos de aspecto de hojas. Hojas lanceoladas y flores

blanquecinas en espigas. Rizomas característicos que se utilizan como especie y con propiedades medicinales.

### **Componentes químicos:**

El jengibre está compuesto por carbohidratos (50-70 %), lípidos (6-8 %), oleorresina (4 -7.5 %), y aceite volátil (1-3 %). el análisis del rizoma indica algunos compuestos activos como los terpenos y sesquiterpenos.

- Ácidos: alfa-linolénico, linoleico, ascórbico, aspártico, cáprico, caprílico, gadoleico, glutamínico, mirístico, oleico, oxálico (raíz).

- Shoagoles (raíz)

- Gingerol (raíz)

- Fibra (raíz)

Sesquiterpenos y monoterpenos como: 1,8-cineole (16,95 %), geraniol (15,14 %), canfeno (12,66 %), neral (11,60 %), borneol (11,17 %), linalool (4,81 %) y sabinene (4,80 %)., zingibereno 20-44 %. En menor porcentaje se encuentran citral, citronelal, limoneno, canfeno, beta- bisaboleno, , alfa-cadinol. beta-felandreno, beta-pineno, beta-sesquifelandreno y ar – curcumeno.

- Aminoácidos como: arginina, asparagina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, niacina, treonina, triptófano, tirosina, valina (raíz)

- Minerales: aluminio, boro, cromo, cobalto, manganeso, fósforo, silicio, zinc.

**Figura N° 4.2.2. Raíz de jengibre**



*Handwritten signature or mark.*

### **Propiedades medicinales del jengibre**

Esta planta herbácea, de sabor y olor picante, exótico y muy aromático, ha sido utilizado con fines medicinales y culinarios desde hace miles de años. La hierba, de hasta 1m de altura se cultiva en tierras calientes. La parte del jengibre que es útil para dichos fines es la raíz (rizoma), un tubérculo de forma gruesa y abultada que puede sugerir graciosas formas a la imaginación; por fuera, estos rizomas, carnosos y gruesos, son de color cenizo, y entre blanco y amarillento por dentro. La planta tiene hojas alargadas como las de maíz, las cuales, cuando apenas germinan envuelven con su vaina el tallo. De flores vistosas, están dispuestas en espigas cónicas y soportadas por escamas empizarradas. Su fruto es seco.

El jengibre se come y utiliza pelado y sin corcho. El consumo de esta raíz puede ser ya sea en forma desecada, pulverizada, fresca, confitada, en tabletas, en jarabes, etcétera. En la cocina es una especia muy útil, da un sazón especial a las sopas, ensaladas, purés, guisos, pescados, vegetales al vapor, bebidas, dulces, postres, etcétera. En la cocina oriental es un elemento muy utilizado.

Composición química del Jengibre: aceite esencial (0,5 a 3 %) que contiene derivados terpénicos; rizoma (5 a 8%); principios amargos cetónicos y fenólicos (zingerona, gingerol, shogaol) y otras sustancias.

Propiedades y usos terapéuticos:

- Muy buen aperitivo
- Excelente tónico estomacal: estimula jugos gástricos.
- Es antiinflamatorio: muy útil en casos de reumatismo, alivia el dolor asociado a la artritis reumática, osteoporosis, y pacientes con desordenes musculares.
- Alivia dolores musculares y reumáticos.
- Antimareo. Las enzimas del jengibre catalizan muy rápido las proteínas digestivas presentes en el estómago, por lo que dejan poco tiempo para sentir náuseas.

- Es anti-úlceras: alivia los síntomas de inflamación, también protege la creación de úlceras digestivas. Se han identificado aproximadamente 6 componentes anti úlcera contenidos en el jengibre.
- Antioxidante: ayuda a rejuvenecer y a combatir los radicales libres causantes de la degradación de los tejidos. El jengibre contiene fuertes propiedades antioxidantes.
- Sistema circulatorio: es beneficioso para combatir enfermedades de las arterias coronarias, sin afectar los lípidos y la azúcar de la sangre.

#### 4.2.1 Componentes del aceite esencial de jengibre (8.5)

El aceite esencial de de jengibre es un liquido de color amarillo verdoso, que por contacto prolongado con el aire, se torna viscoso, y de color amarillo oscuro debido al proceso de resinación. El olor es caliente pero fresco leñoso, picante, con reminiscencia de naranja o limón. El sabor es caliente agradable y no es picante como la rizoma.

Constante físico- químicos del aceite:

$$\alpha_D = (-45^\circ) - (-28^\circ)$$

$$n_D = 1,4880 - 1,4940$$

$$d_{25}^{25} = 0,871-0,882$$

El aceite es soluble en alcohol.

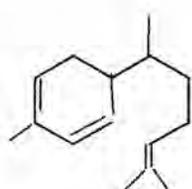
Su composición consta de los siguientes componentes: sesquiterpenos, como el zingibereno,  $\beta$ - bisaboleno,  $\beta$ -sesquifelandreno, y ar-curcumeno.

**Tabla nº 4.2. Composición química del aceite de jengibre**

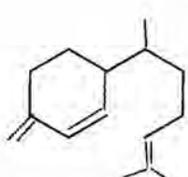
Nombre del comp.	%	Nombre del comp.	%
A- Pineno	0,2-2,5	Geraniol	~4,5
B- Pineno	~ 0,4	Zingibereno	20-44
Camfeno	0,4-4,5	B- bisabolen	5,0-28,0
Mirceno	0,1-0,9	Citronelol	~0,8
Limoneno	0,3-3,0	B-sesquifelandreno	7,0-14,0
B-felandreno	0,1-.2,0	Ar-curcumeno	1,0-18,0
Linalol	0,2-1,2	Geraniol	~1,7
Acetato de bornilo	~0,2	Zingiberenol	~1,4
Neral	0,3 -5,0	Trans- $\beta$ -sesquifelandrol	0,3-1,6

Fuente: RADOIAS, GEORGES y otros. **Odorantes naturales in perfumeria moderna**, Cluj-Napoca, Romania, 2005

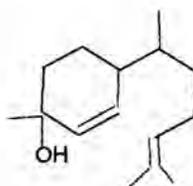
La estructura de los principales componentes:



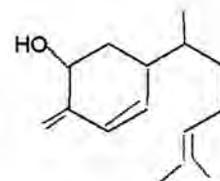
Zingibereno



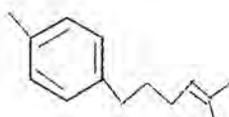
B-sesquifelandreno



Zingiberenol



trans-b-sesquifelandrol



ar - curcumeno

#### **4.2.2 Aplicaciones industriales y alimentarios del aceite esencial de jengibre ( 8.7)**

El aceite de jengibre era muy usado en el pasado. Los Chinos lo han usado en la medicina por miles de años. Es bueno para los pulmones y los intestinos. Es un aceite carminativo, analgésico, estimulante, antiséptico, aperitivo, digestivo, febrífugo. Este aceite se usa en masajes, compresas, baños, cosméticos naturales y medicinas. Es un aceite muy caliente por lo que es bueno para ser usado en frotación (diluido con otro aceite). El jengibre también se usa en te en climas fríos.

El aceite esencial de Jengibre se puede usar de manera segura durante el embarazo, especialmente para calmar los mareos matinales que se producen por movimiento y el estómago descompuesto.

El aceite de jengibre también mejora la circulación y provee gran alivio a las manos y pies fríos. Combinado con aceite vehicular se puede usar para un masaje con este aceite cálido para brindar un excelente remedio para coyunturas cansadas y adoloridas y para artritis reumatoide.

#### **4.3 Aspectos teóricos de extracción de un aceite esencial (8.5)**

En un sistema heterogéneo formado por dos líquidos no miscibles, tales como el agua y un aceite esencial, los vapores emitidos por cada uno de ellos no se influyen al no presentar afinidades mutuas sus moléculas gaseosas y, por tanto, sus tensiones de vapor se adicionan totalmente. Al ir calentando dicho sistema heterogéneo llegará un momento en el cual la tensión del vapor se iguala a la presión ejercida sobre la superficie libre de ambos líquidos y entonces el sistema entra en ebullición.

La tensión parcial de cada vapor es en este momento inferior a la presión externa, de forma que los líquidos se encuentran hirviendo a temperatura inferior a su punto de ebullición, cada tensión parcial a una cierta temperatura no es igual a la producida por el líquido puro, aislado, mantenido en iguales condiciones.

La suma de las tensiones parciales de vapor de un sistema heterogéneo se iguala a la presión ejercida sobre su superficie libre, ya hemos visto que el sistema entra en ebullición; por no influirse mutuamente, cada tensión parcial dependerá solamente de la temperatura a que el sistema se encuentra, y no de las proporciones presentes de ambos componente (ley de Raoult), de forma que la ebullición continuará inalterablemente mientras se encuentran presentes los dos líquidos.

No se trata, pues de una acción específica del vapor del agua, siendo suficiente, para que una sustancia sea arrastrada, el que tenga alrededor de 100° C, una tensión de vapor apreciable.

Ahora bien, el que destile más o menos de prisa en una corriente de vapor de agua, depende de la relación entre la tensión parcial y de la densidad de su vapor y las mismas constantes físicas del agua. Si denominamos  $P_1$  y  $P_2$  las tensiones de vapor de la sustancia y del agua a la temperatura que hierve la mezcla y  $d_1$  y  $d_2$  sus densidades de vapor, los pesos de sustancias y del agua que destilan estarán en la relación  $P_1d_1/P_2d_2$ . Si el vapor de esta fracción es grande, la sustancia destila con poca agua, y lo contrario ocurre cuando dicha relación es pequeña.

### **4.3.1. Procedimientos de extracción de los aceites esenciales**

Existen varios métodos para la obtención de aceites esenciales. El método ideal será aquel que extrajera totalmente la esencia, es decir, que no produjera variaciones en su composición. Este objetivo no es fácil de lograr, por la pequeña cantidad en que se encuentran en el vegetal y, por otro, a causa de la diversidad de componentes que forman parte de ella. En general la elección del método depende de la cantidad y tipo o características del aceite (volatilidad, punto de ebullición de los componentes estabilidad a temperaturas elevadas, etc.), como asimismo del órgano vegetal del cual se va a extraer y por último de las condiciones de uso en la industria o del mercado, ya que el aceite esencial es una materia prima intermedia para elaborar otros productos terminados. Tal como se puede observar en la figura siguiente:

Entre los métodos más utilizados existen los siguientes:

- Hidrodestilación
- Extrusión o estrujado
- Extracción por maceración y enfloración
- Extracción con líquidos supercríticos.

#### **4.3.1.1 HIDRODESTILACION**

Es el método más común de separar los aceites esenciales del material vegetal o de la planta y puede realizarse a presiones superiores o inferiores a la atmosférica.

Como los aceites esenciales son completamente insoluble en agua, la presión de vapor no puede ser modificada de algún componente por la presencia del otro, por lo tanto el aceite no miscible con el agua puede ser arrastrado por aquella hirviendo a temperatura más bajas que su punto de ebullición.

## **Condiciones generales para la hidroddestilación**

Este método se aplica muy frecuentemente a la obtención de esencias, porque en primer lugar, el aceite esencial mediante la acción térmica, fisicoquímica e incluso química del vapor de agua abandona fácilmente la materia vegetal, y en segundo lugar, porque una vez aislado, destila a temperatura muy inferior a su punto de ebullición.

En el aislamiento de los aceites esenciales se emplean dos tipos de vapor de agua, seco y húmedo: el primero no arrastra gotas de agua líquida, por haber sido calentado de nuevo después de su obtención a fin de evaporarlos, mientras que el segundo se obtiene de forma corriente, arrastrando algo de agua líquida también formado en cierta cantidad por una condensación parcial.

## **Acciones del vapor sobre los vegetales**

Los componentes olorosos se hallan situados en glándulas odoríferas existentes dentro o fuera de las células vegetales; ambas posibilidades se diferencian histológicamente, pero el mecanismo de extracción es muy similar en ambos casos.

El calor y el vapor del agua, sobre todo estando húmedo este, hinchan las paredes celulares y facilitan el paso de los aceites esenciales al exterior, por osmosis, influyendo favorablemente la cantidad del agua presente por ser soluble en ella a esta temperatura parcialmente, los aceites esenciales, y por atravesar esta disolución mucho más fácilmente las paredes vegetales humedecidas por el vapor. Se comprende así que las esencias obtenidas por este método tengan más componentes solubles en el agua que otras.

Por el contrario, la humedad del vapor es perjudicial para gran número de aceites esenciales a causa de su acción hidrolítica sobre los ésteres, que generalmente constituyen la parte más noble de la esencia.

Además la acción del vapor en este proceso es la térmica, interesando que la temperatura se mantenga la más baja posible.

Si el arrastre se hace con agua hirviente, la temperatura del tratamiento dependerá de la presión atmosférica del momento, pero si interviene vapor dependerá solamente de la presión a que éste trabaje.

### **Tipos de hidrodestilación**

La destilación con vapor de agua es el método más común de separar los aceites esenciales del material de la planta. La expresión "destilación con vapor", tal como se aplica actualmente en la industria de aceites esenciales abarca los cinco tipos de hidrodestilación que se describe a continuación:

#### **Destilación con agua**

En este procedimiento el material está en contacto directo con el agua hirviendo en el hidrodestilador; el calor se aplica por los métodos usuales (fuego directo, camisa de vapor, serpentín de vapor, etc.). En este método es máxima la acción química del agua sobre el material (hidrólisis, oxidación) y por ello se utiliza cuando la esencia a obtener procede de glucósidos inodoros.

El material habrá de estar dividido y cubierto totalmente de agua, siendo lo mejor hacer que ocupe unos 10-15 cm de altura y agregar luego agua hasta que sobrepase al material en unos 5 centímetros.

Se debe cargar en forma adecuada, para que la difusión del vapor sea máxima; suele trabajarse a la presión atmosférica, debiéndose poner el agua ya caliente para evitar retrasos de tiempo y aumentos de hidrólisis.

Este método se emplea con frecuencia para la destilación del aceite de pétalos (por ejemplo el aceite de rosas); el material no se aglutina en pellas que el vapor no puede penetrar. En la India se destila el aceite

esencia de hierba luisa por este método y ha sido utilizado desde tiempos muy antiguos.

Inconvenientes de este método:

- El cargamento y el descargue se hace manualmente y por lo tanto se necesita tiempo.
- El contacto directo del material vegetal con las paredes sobrecalentadas del recipiente.
- Tiempo prolongado para llevar el agua a la temperatura de ebullición.
- Depósito de calcáreo sobre las paredes interiores del recipiente, que empeora la transferencia térmica.
- No es posible mantener un calentamiento uniforme, de tal manera que el régimen de destilación varia.
- La destilación es lenta, los aceites están expuestos al agua en ebullición por mucho tiempo y esto puede causar cambios no deseables en el aceite esencial.
- La destilación en gran escala por este método sería antieconómico si se le compara con otros métodos.

La instalación ha sido mejorada con el tiempo, eliminándose algunos inconvenientes:

- Para facilitar las operaciones de cargamento y descargue, el material vegetal se carga en canastas metálicas perforadas manipuladas con la ayuda de aparejo.

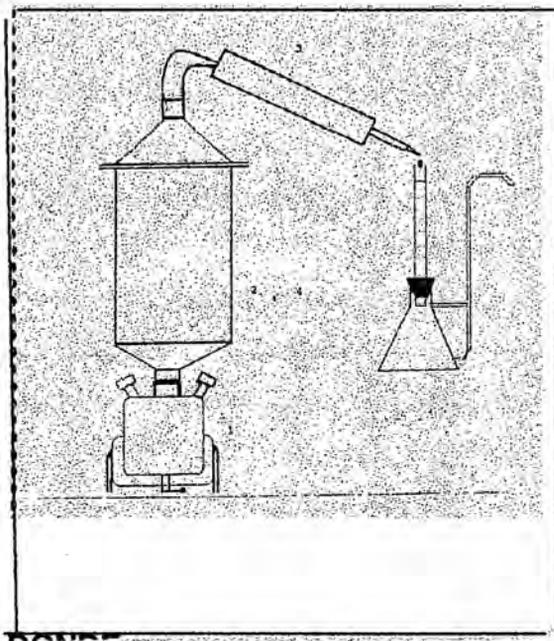
Ventajas de este método:

- Este tipo de destilación se necesita si el material tiende a apelmotarse; y si son expuestos al vapor, forman una masa gelatinosa del cual no se puede recuperara el aceite.
- La destilación de algunos materiales de madera tales como la canela, la inmersión en agua hirviente facilitaría la difusión del aceite fuera de los tejidos de la planta.

En la hidrodestilación se usan equipos de características variables adaptadas a cada caso especial. Las partes principales (ver figura N° 4.1) son:

Hidrodestilador, condensador y el separador continuo de agua y aceite esencial o florentino; además del generador de vapor en uno de los casos.

**Figura n° 4.3 Equipo de hidrodestilación**



**DONDE:**

- 1.- CALDERA DE VAPOR
- 2- HIDRODESTILADOR
- 3- CONDENSADOR
- 4- SEPARADOR TIPO FLORENTINO

## **Destilación con agua y vapor**

En esta destilación el material de la planta se suspende sobre una rejilla que sirve de doble fondo en el hidrodestilador. En éste se hecha el agua hasta un nivel un poco inferior al de la rejilla. Así, el material de la planta está en contacto con el vapor a baja presión, pero no está sumergido en el agua hirviendo; la hidrólisis es mínima.

El agua puede ser calentada por un serpentín cerrado por el cual circula vapor o fuego directo sobre la base del hidrodestilador.

Sus instalaciones no son muy complicadas, pero tampoco son tan simples como en la destilación con agua; pueden montarse en el campo los tipos más sencillos, como los calentados a fuego directo y representan un tipo interesante para destilar hojas y hierbas.

El material ha de tener un tamaño uniforme, pero no habrá de molerse demasiado, dando buen resultado la granulación. Trabaja cerca de los 100° C, cuando lo hace bajo una atmósfera de presión, y el rendimiento es bueno a no ser que ocurra apelmazamientos. Se puede usar de nuevo, en muchos casos, el agua condensada del hidrodestilador, aunque también es posible que refluyan al fondo las disoluciones de productos solubles en agua que, en contacto con las paredes calientes, se vayan quemando.

La velocidad de trabajo no es muy grande, requiriendo mucho tiempo para el arrastre de las esencias ricas en componentes de alto punto de ebullición.

Este método se usa extensamente porque se puede recuperar el aroma del agua condensada en una primera destilación, al utilizar esta nuevamente para producir vapor.

Es el más conveniente para aquellos que exploran las posibilidades de producción de aceites esenciales, evaluando varias cosechas posibles para el corto tiempo que dura el proceso.

### **Destilación con vapor directo**

Este tipo de destilación es semejante al anterior salvo que no hay agua en el fondo del hidrodestilador. El vapor se genera en una caldera separada (esto emplea vapor seco o puede ser saturado). En algunos casos, se introduce vapor recalentado a presión ligeramente superior a la atmosférica, el cual sale por los orificios de un serpentín situado bajo la carga.

La instalación industrial consiste de un generador de vapor, un caldero o hidrodestilador, condensador y un separador tipo florentino.

El caldero es un recipiente metálico de forma cilíndrica con fondo y tapa de forma elipsoidal. Puede estar previsto con camisa de calentamiento. El condensador es de tipo multitubular o en forma de serpentín inmerso en agua. El envase separador es de una construcción similar del recipiente florentino. El material vegetal se carga en el interior del caldero, sea directamente sobre un fondo perforado montado en la parte inferior del cilindro, sea utilizando canastas metálicas perforadas. El uso de canastas metálicas permite que las operaciones de carga- descarga del material vegetal sea mecanizado.

En este método, los vapores de agua se distribuyen uniformemente en el material vegetal porque se utiliza un serpentín perforado montado entre el fondo y la tapa del caldero. El vapor penetra el material vegetal extrayendo el aceite volátil.

Si el hidroddestilador no está revestido con material aislante, se forma mucho condensado; sin embargo hay suficiente vapor para facilitar que el aceite esencial salga de los tejidos. La difusión osmótica es muy escasa en este tipo de tratamiento interesando en ciertas ocasiones inyectar primero vapor húmedo en pequeña cantidad.

### **Destilación por arrastre con vapor**

Este método es una variante de la destilación con vapor directo, con la diferencia que el vapor es introducido en el hidroddestilador bajo una presión mayor que la presión atmosférica., pero no sobrepasa 2,5 atm.

El equipo utilizado es semejante al anterior con la diferencia que el hidroddestilador está previsto a resistir a la presión. El sistema de cerradura de la tapa del hidroddestilador es más complejo, asegurando un buen sellado bajo presión. El hidroddestilador esta previsto con válvula de seguridad y manómetro, pero el condensador tiene que ser dimensionado para recibir mayor cantidad de vapor.

Un problema importante consiste en la fijación de la canasta del fondo interior del hidroddestilador, de tal manera que el vapor tiene penetrara el material, vegetal y no preferir el camino de menor resistencia entre canasta y las paredes interiores del recipiente, situación en el arrastre no tendría lugar.

Aunque este procedimiento tiene ventajas:

- acortamiento del tiempo de arrastre;

- extracción total de los aceites volátiles contenidos en el material vegetal;
- economía de energía.

La aplicación de este método es limitado debido a que bajo la acción del vapor de alta presión, el aceite puede sufrir degradaciones irreversibles.

Este método se puede aplicar para la obtención de los aceites volátiles con componentes estables térmicamente, pobre en hidrocarburos monoterpenos, pero rico en sesquiterpenoides.

#### **Destilación por arrastre con vapor bajo presión reducida**

Este método es una variante de la destilación con vapor directo, con la diferencia que todo el sistema está cerrado bajo vacío. A una presión inferior a la presión atmosférica, el agua del hidrodestilador va a hervir a una temperatura menor a 100° C. La temperatura de ebullición se fija de acuerdo a las características del aceite esencial contenido en el material vegetal. Por este método se obtiene un aceite de pureza mayor, porque se evitan los procesos oxidativos así como reacciones de descomposición de algunos componentes del aceite.

El equipo utilizado es semejante al anterior con la diferencia que el arrastre en el hidrodestilador se hace en un sistema cerrado, de tal manera que se pueda crear una depresión con la ayuda de una bomba de vacío. En todo el sistema se realiza un vacío débil, del orden de algunos

cientos de mm de Hg, que hace que el agua del hidrodestilador pueda hervir a una temperatura inferior a 100°C.

Este procedimiento tiene las siguientes ventajas:

- Una pureza mayor de los aceites esenciales, debido a que algunos componentes del aceite como cumarinas, furocumarinas, flavonoides que pueden ser arrastrados en condiciones normales, bajo presión reducida ya no son arrastrados;
- extracción de los aceites volátiles se hace sin contacto con el aire, evitándose eventuales procesos de oxidación.
- destilación integral de algunos componentes del aceite esencial, cuales en condiciones normales sufren descomposiciones parciales o totales.
- economía de energía.

Aunque entre los procesos de arrastre con vapor de los aceites volátiles no hay grandes diferencias, sin embargo los resultados prácticos que se pueden obtener en diferentes casos, están reflejados en la calidad del aceite.

La presencia del agua, aire temperatura influyen más o menos la calidad de estos aceites debido a procesos de hidrodifusión, hidrólisis, oxidación, polimerización y descomposición.

En los procedimientos donde el agua es la fuente de vapores, tiene lugar una disolución del aceite volátil en agua. Este proceso está favorecido de

altas temperaturas del agua. Para disminuir la hidrodifusión se aplica un proceso de arrastre con vapores directos y por un aislamiento térmico del hidrodestilador de tal forma que la condensación de vapores es disminuida al máximo. La hidrólisis afecta aquellos aceites volátiles ricos en ésteres, que en presencia del agua y temperatura se descomponen en ácidos y alcoholes. Este proceso puede tener lugar en el caso de arrastre con agua.

En los procesos de arrastre con vapores directos, y con vapores bajo presión, la descomposición de ésteres es disminuido debido a la reducción del tiempo de contacto del aceite con los vapores de agua.

#### **4.4. Análisis físico –químicos e instrumentales para la caracterización de un aceite esencial.**

Las características de un aceite esencial son dadas en forma general mediante valores de índice de refracción, gravedad específica, rotación específica, rango de temperatura de ebullición, punto de cristalización o congelación, índice de acidez, índice de éster y más específicamente cuando se conoce en base a los componentes principales como el aceite de eucalipto que se expresa como contenido de cineol, el de comino como aldehído cumínico; el de limón expresado como citral, el de citronela como citronelal, el de menta como contenido de carvona, el de salvia de tuyona, el de orégano como contenido de fenoles como timol y carvacrol, el de clavo expresado como eugenol, etc.

Las diferentes determinaciones a que se somete un aceite esencial son:

## **Determinaciones sensoriales.**

### **Aspecto.-**

Se determina visualmente observando sí el líquido presenta turbiedad, sólidos, precipitados, agua, etc.

### **Color.-**

Se determina visualmente, para lo cual se toma como referencia las Normas Específicas para cada aceite.

### **Olor.-**

Es una de las determinaciones más importante puesto que a esta característica se debe el valor comercial del aceite. Una vez conocido el olor típico del aceite, cualquier extraño puede dar una idea de su causa (olor a quemado, rancio, etc.). El estudio organoléptico completo de un aceite esencial supone la caracterización de tres elementos: nota de estreno, nota de medio y nota de fondo.

Nota de estreno o debut constituye la primera impresión del analista sobre el producto y se estudia sumergiendo varios papeles en el aceite.

Nota de medio confiere una impresión general característica del producto teniendo una vida de mayor duración que la nota de debut.

Nota de fondo es muchas veces muy importante para evaluar la calidad odorífica de un aceite. Este nos da información sobre la tenacidad del aceite, respectivamente sobre los efectos de fijación de algunos componentes del aceite. Por ejemplo algunos aceites como el aceite de pachulí, de perpetua no muestra en totalidad su nota de fondo en el

mismo día, sino pasando 24 horas desde que el papel ha sido sumergido.

### **Sabor.-**

Es otra característica importante del aceite. De igual manera que para el olor, cualquier sabor extraño nos puede dar una idea de su causa.

### **Determinaciones físicas.**

#### **Índice de refracción.**

Está dado por la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el de refracción de un rayo luminoso que pasa del aire al aceite esencial, mantenido a la temperatura de 20 °C.

Si el producto no es líquido a esta temperatura, la prueba se realiza en función de su punto de fusión, por ejemplo 25°C para el anetol o 30° C para el aceite de rosas. Esta propiedad varía muy rápidamente con la calidad, un valor alto corresponde a un aceite pesado (muy cocido), y un valor bajo a un aceite ligero.

#### **Densidad relativa.-**

Es la relación entre el peso de un volumen dado de aceite esencial a 25°C y un volumen de agua a la misma temperatura.

La densidad de un aceite depende de muchos factores: el grado de envejecimiento, el método de obtención, el origen, el estado de madures del material vegetal.

La densidad de los aceites es menor que la del agua, alrededor de 0.8-0.995, pero existen aceites con densidad mayor del agua.

Una densidad relativa baja indica un aceite ligero, rico en terpenos debido generalmente a una destilación rápida o incompleta o a una mala mezcla de las fracciones obtenidas de la destilación. Una densidad relativa alta nos indica una destilación muy prolongada, o un aceite muy viejo.

### **Rotación óptica**

El aceite esencial hace girar el plano de vibración de la luz polarizada cuando un haz de esta pasa a través de él. La rotación óptica se expresa en grados angulares. Los componentes hidrocarbonados tienen valores altos (arriba de + 50°), mientras que los componentes oxigenados tienen valores bajos o negativos. De igual forma que la densidad relativa, una rotación óptica alta indica un aceite rico en terpenos o un aceite ligero, y una rotación óptica baja, un aceite pesado o viejo.

### **Solubilidad**

De acuerdo a su composición los aceites esenciales son más o menos solubles en alcohol etílico de varias graduaciones, éter etílico, cloroformo, hexano, sulfuro de carbono. Los terpenos son menos solubles que los compuestos oxigenados, por lo tanto, un aceite rico en terpenos será menos soluble que uno normal. Con el envejecimiento los aceites van disminuyendo su solubilidad en alcohol.

Industrialmente para solubilizar un aceite envejecido insoluble se somete a un arrastre con vapores de agua o destilación en película.

#### **Residuo a la evaporación.-**

Es la cantidad de material que no se evapora al someter el aceite esencial a un proceso de calentamiento controlado.

Un residuo de evaporación alto puede indicar envejecimiento, mientras que si es bajo puede indicar adulteración con terpenos.

#### **Determinaciones químicas.**

##### **Contenido de compuestos carbonílicos**

Se basa en la formación de oxima, que se determina por titulación de HCl liberado de la reacción entre el compuesto carbonílico y el clorhidrato de hidroxilamina.

##### **Índice de peróxido.-**

Es la cantidad de microgramos de oxígeno activo en un gramo de aceite, que nos indica el grado de envejecimiento de este. Generalmente, cuando el aceite tiene un índice de peróxido permitido por la norma, el olor ya se presenta definitivamente rancio.

##### **Índice de acidez**

Es el número de mg de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres contenidos en un gramo de aceite esencial

### **Índice de Ester**

Es el número de mg de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos liberados por hidrólisis de los ésteres contenidos en un gramo de aceite esencial.

### **Determinación del contenido de fenoles**

Se basa en la transformación de los fenoles contenidos en un volumen conocido de aceite esencial en fenolatos alcalinos y la posterior medición de la fracción de aceite esencial no transformado.

### **Métodos instrumentales.-**

#### **Cromatografía de gases.**

Los métodos cromatográficos se refieren a:

- la cromatografía de capa delgada;
- la cromatografía de gases/ espectrometría de masas.
- la cromatografía de gases/ espectroscopia infrarroja.

La cromatografía de gases es una técnica de separación de los componentes volátiles a lo largo de una columna que contiene una fase estacionaria, generalmente un aceite pesado depositado sobre un soporte sólido.

**Espectroscopia UV** se utiliza para detectar grupos funcionales insaturados, conjugados o no conjugados.

## **V. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1 Materiales utilizados**

#### **a) Materiales y equipos**

- Refractómetro Abbe
- Balanza de precisión TE -401
- Balanza mecánica
- Cámara cromatográfica
- Cuchillo
- Embudo
- Espátula
- Estufa eléctrica
- Lámpara de luz ultra violeta
- Placas de cromatografía en capa fina
- Probeta
- Equipo de destilación por arrastre con vapor
- Equipo Soxhlet
- Estufa tipo BINDER

#### **b) Reactivos**

- Ciclohexano
- Éter de petróleo
- Cloroformo
- Acetona
- Agua destilada
- Sulfato de sodio anhidro

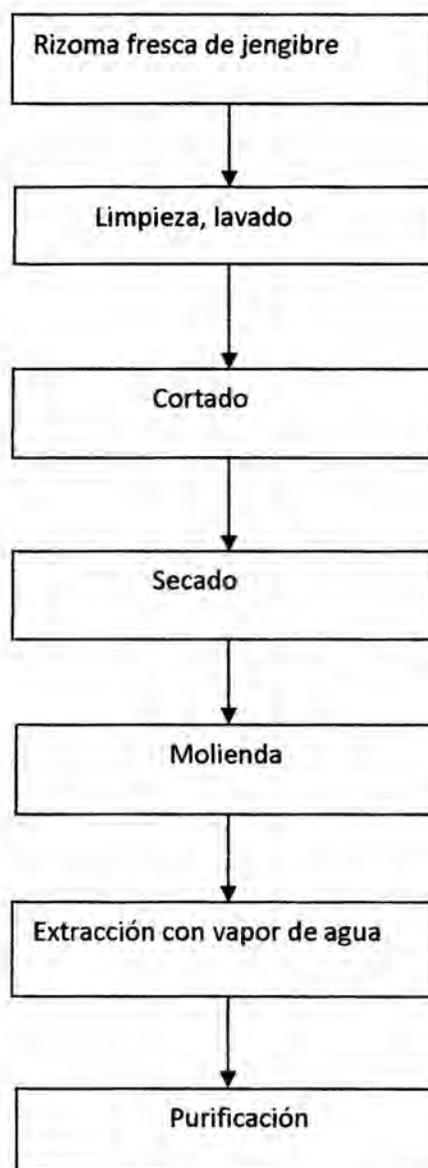
## 5.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

La presente investigación es experimental y utiliza como materia prima la raíz de jengibre (*zingiber officinallis*) procedente de Lima, mercado de Santa Anita.

En la figura nº5.2 se indica el diagrama de flujo para la extracción del aceite esencial de jengibre.

Los pasos de la presente investigación se indican en la figura nº 5.1.

**Figura nº 5.2 Diagrama de flujo para la extracción del aceite esencial de jengibre**



### 5.2.1 Preparación de la materia prima

Esta etapa tiene como finalidad de adecuar la materia prima (rizoma de jengibre) para la extracción de aceite. Los rizomas de jengibre frescos adquiridas en el mercado de Santa Anita de Lima, han sido tratado previamente en las siguientes operaciones:

- **Limpieza.**

Se eliminan cuidadosamente las raíces y la tierra adherida, para lo cual se utilizan cuchillos de acero inoxidable. En esta etapa se debe prestar atención de no pelar los rizomas, porque el aceite esencial está ubicado en las células debajo de epidermis.

- **Lavado.**

Tiene por finalidad eliminar los últimos restos de tierra y se realiza con agua potable a temperatura ambiente y luego se deja escurrir para eliminar el exceso de humedad. Una vez limpios los rizomas se dejan escurrir para eliminar el exceso de agua y se procede a la etapa de cortado. Esta etapa es necesaria porque la extracción de aceite se debe realizar con muestra seca.

- **Cortado.**

Los rizomas se cortan manualmente con ayuda de cuchillos de acero inoxidable en hojuelas de 3 a 5 mm de espesor para facilitar la operación de secado.

- **Secado**

Las hojuelas de rizomas se someten a un proceso de secado forzado en una estufa tipo BINDER con recirculación de aire caliente a temperaturas en el rango 27 hasta 30°C , tomándose en cuenta no sobrepasar esta temperatura para evitar la pérdida de componentes volátiles. El tiempo total de secado está comprendido entre 4 a 5 días y la humedad final de la materia prima varía entre 12 y 13%.

### - **Molienda.**

Se utilizó un molino de martillo de malla intermedia para obtener un mayor número de partículas que harán más eficiente la extracción al aumentar la superficie de contacto.

La reducción de tamaño del material vegetal por cortado y también triturado en un molino es importante para la extracción por arrastre por vapor con la finalidad de obtener un contacto mayor con el vapor de agua que va arrastrar el aceite esencial.

Sin embargo no se han molido todas las hojuelas para evitar pérdida de aceite antes de que sea extraído por arrastre con vapor.

La molienda se realizó con un molino de discos. Se debe mencionar que no toda la mezcla ha sido molida, una parte de la muestra se dejó en pequeños trozos, porque el equipo de arrastre por vapor presenta en la parte inferior del destilador una placa con orificios de un diámetro de aproximadamente 5 mm.

### **5.2.2 Extracción por arrastre con vapor**

Esta operación se realizó en un equipo a nivel de laboratorio de acero inoxidable (fig. 9.1) y según el esquema anexado en la figura nº 5.2. y consta de 4 unidades básicas:

- Generador de vapor
- Alambique propiamente dicho
- Condensador
- Separador florentino

El generador de vapor, alambique, y el condensador hechos de acero inoxidable están unidos por medio de un cierre tornillo mariposa, finalmente un separador de fases de tipo florentino semi-continuo hecho de vidrio. La carga de los lotes ha sido de 900-1200 gramos de materia prima seca se realiza manualmente. No se pudo utilizar mayor cantidad por no tener posibilidades de secar la materia prima adecuadamente.

**El generador de vapor** está situado en la parte inferior del alambique (destilador) previsto con una talpa suelta fácil de quitar a la cual va a la alargadera enlazada al al destilador.

**El Alambique (destilador)** de forma cilíndrica de fondo cóncavo y orificio de salida para drenaje del agua condensada dentro del alambique de acero inoxidable de 3 mm de espesor

El contorno superior con tapa cónica bridada y cierre mecánico para ser conectado al condensador.

La distribución del material en el interior del destilador debe ser uniforme para evitar aglomeraciones.

**El condensador de vapor** es de tipo tubular, y enfriado con agua de caño. Los vapores sufren un enfriamiento proporcionado por el agua fría dentro del manto del condensador y que circulan en contracorriente a los vapores de agua con aceite. El condensado es una mezcla de agua y aceite, y la separación se realiza por diferencia de densidades.; el aceite es inmisible y flota sobre el agua. El tiempo de extracción es de aproximadamente 3 a 5 horas. La extracción se considera terminada cuando el condensado es un líquido claro.

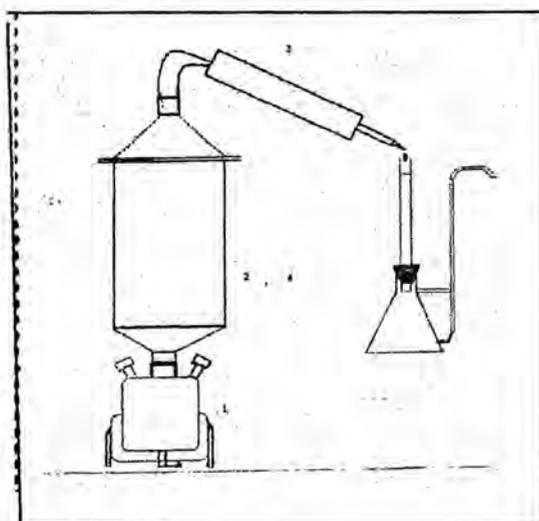
### **Separador florentino**

Del condensador sale una emulsión lechosa formada por el agua y el aceite esencial, que se rompe por simple reposo debido a la diferencia de pesos específicos existentes entre ambas fases, acabando siempre por flotar la esencia. En la práctica, esta separación se realiza automáticamente, de forma continua en los llamados florentinos.

Las gotas del condensado deberán caer lentamente sobre la capa aceitosa que flota, porque si se revuelve el contenido del frasco, las emulsiones se rompen más difícilmente. En la parte superior del florentino se junta el aceite esencial por ser de menor densidad que el agua, mientras que el agua que destila con ella queda en la parte inferior. Al

alcanzar cierta altura la emulsión contenida en el separador parte del agua cae por un tubo lateral que nace en la parte inferior y que alcanza una cierta altura. Por otro tubo lateral que se inicial en la parte superior cae el aceite casi completamente puro. En la práctica la separación se realiza automáticamente y en forma continua, la emulsión entra en la parte superior, los líquidos se separan en dos fases y descargan por los tubos laterales antes mencionados.

**Figura nº 5.2 Equipo de quipo de destilación por arrastre de vapor**



DONDE:

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1.- CALDERA DE VAPOR | 2- HIDRODESTILADOR           |
| 3- CONDENSADOR       | 4- SEPARADOR TIPO FLORENTINO |

El vapor se genera en una caldera separada a presión atmosférica, el cual sale por los orificios de un serpentín situado bajo la carga.



El caldero es un recipiente metálico de forma cilíndrica con fondo y tapa de forma elipsoidal donde los vapores que se producen son obtenidos calentando eléctricamente el agua.

El material seco y desmenuzado se coloca en hidroddestilador, donde llega el vapor desde un generador de donde salen los vapores a través de la alargadera, al condensador, del cual sale la mezcla de agua y esencia que se separa en el separador florentino.

### **5.3. Purificación del aceite**

El aceite obtenido contiene cierta humedad por lo cual se añade sulfato anhídrido de sodio como deshidratante, luego es filtrado en papel filtro. El envasado se realiza en pomo de vidrio ámbar para evitar que se altere su calidad. Se han realizado tres pruebas experimentales,

Para preservar el aceite en condiciones óptimas por tiempo limitado para posterior utilización, se guardo en un frasco de color ámbar y perfectamente cerrado.

### **5.4 Análisis físico-químicos del jengibre**

Los análisis físicos y químicos de la materia prima que se han efectuado, son la determinación de la humedad y de las cenizas.

#### **5.4.1 HUMEDAD**

Para extraer el agua sin eliminar ni destruir otros componentes, se aplicará el sistema de deshidratación completa por evaporación con aire caliente, a una temperatura ligeramente superior a la evaporación del agua pura. Una vez eliminada el agua por completo, se quedará la materia seca constituida por los demás compuestos químicos resultantes de la eliminación del agua externa a las combinaciones químicas.

#### **5.4.2 CENIZAS**

Las cenizas se suelen determinar por ignición en seco. La muestra triturada o pulverizada, se somete a una incineración directa a 500°C en una mufla hasta formación de cenizas grises o blancas.

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. La incineración para destruir toda la materia orgánica cambia su naturaleza; las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros y algunos elementos como el azufre y los halógenos, pueden no ser completamente retenidos en las cenizas perdiéndose por volatilización. Debido a esto, la naturaleza y calidad de las variadas combinaciones minerales que se encuentran en los alimentos el resultado de la incineración del mineral permite una orientación sobre su cantidad aproximada.

En general, las cenizas se componen de carbonatos originados de la materia orgánica; en las cenizas vegetales predominan los derivados del potasio y en las animales los del sodio.

#### **5.4.3 Análisis físico- químicos e instrumentales del aceite de jengibre**

Con respecto al aceite esencial de jengibre se han determinado:

##### **Propiedades físicas:**

Densidad relativa, solubilidad en alcohol etílico, Índice de refracción para un control inherente del aceite.

##### **Evaluación sensorial del aceite:**

aspecto, olor, color, sabor.

Para la ejecución de este análisis, se utilizó un panel de degustación no entrenado.

**Métodos instrumentales:**

Espectroscopia UV

Espectroscopia IR para identificar grupos funcionales presente en el aceite esencial

## **VI. RESULTADOS**

### **6.1 Determinación de la humedad de la materia prima**

Estas determinaciones se indican en las tablas nº9.1.1- 9.1.3 .( ver cap. IX APENDICE).

### **6.2 Determinación de las cenizas de la materia prima**

Los análisis de cenizas se indican en las tablas nº9.2.1 - 9.2.3 ( ver cap. IX APENDICE)

### **6.3 Resultados de las propiedades físicas del aceite esencial:**

Con respecto al aceite esencial de jengibre se han determinado:

#### **6.3.1 Propiedades físicas:**

Densidad relativa, solubilidad en alcohol etílico, Índice de refracción para un control inherente del aceite.

Se han hecho tres extracciones del aceite esencial con los resultados indicados en las tablas nº 9.3.1.1 - 9.3.1.3. .( ver cap. IX APENDICE)

#### **6.3.2 Resultados de la evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se ha efectuado tres veces y los resultados se indican en las tablas nº 9.3.2.1 - 9.3.2.3. ( ver cap. IX APENDICE)

### **6.4 Resultados de análisis instrumentales**

Los resultados de las absorciones obtenidos por espectroscopia UV se indican en el grafico nº 9.1 (ver Apéndice).

Los resultados de las absorciones obtenidos por espectroscopia IR se indican en el grafico nº 9.2 (ver Apéndice)

### 6.5 Calculo del volumen de aceite esencial

El condensado se ha recibido en probeta florentino cuyo diámetro ha sido de 2,64 cm a partir de lo cual se calculo el volumen de aceite

$$V_{\text{aceite}} = \pi/4 \times (2,64)^2 \times h_{\text{aceite}}$$

(ver tabla nº 9.4 ) en Apéndice

### 6.6 Parámetros de operación del arrastre por vapor

#### LOTE Nº 1

#### Parámetros de operación del arrastre por vapor.

Temperatura de arrastre,  $T = 97^{\circ}\text{C}$

Presión de arrastre,  $P = 1 \text{ atm.}$

Densidad del aceite,  $d = 0,876 \text{ g/cm}^3$

Volumen del aceite = 1,5 ml

Peso del aceite = 1,314 g

Peso de la raíz seca = 500 g

Peso de la raíz fresca = 2500 g

Volumen del alambique =  $(\pi/4) (21,3)^2 \times 47,6 = 16,96 \text{ litros}$

Tiempo de operación = 2.5 horas

Volumen de la mezcla = 700 ml

$M_{\text{condensado}} = 700 - 1,314 = 698,686 \text{ g de agua}$

Rendimiento del aceite =  $1,314 \text{ g aceite} / 500 \text{ g raíz seca} \times 100 = 0,26 \%$

Sobre la raíz seca

Rendimiento sobre la raíz fresca  $W = 1,314 / 2500 \times 100 = 0,05 \%$

Flujo de vapor = volumen de la mezcla condensada.

Flujo de vapor =  $(700 - 1,314) / 150 \text{ min.} = 4,65 \text{ g/min} = 279,5 \text{ g/hr.}$

Flujo de vapor = 0,279 l/hr.

$(\text{CC})_{\text{Aceite}} = 1,306 \text{ g aceite} / 700 \text{ g mezcla} = 0,0018 \text{ g aceite/g mezcla}$

Densidad de lecho =  $0,500 \text{ Kg} / 16,96 \text{ l} = 0,03 \text{ Kg/l}$

## LOTE N° 2

### Parámetros de operación del arrastre por vapor.

Temperatura de arrastre,  $T = 97^{\circ}\text{C}$

Presión de arrastre,  $P = 1 \text{ atm.}$

Densidad del aceite,  $d = 0.876 \text{ g/cm}^3$

Volumen del aceite,  $V = 2.5 \text{ ml}$

Peso del aceite,  $W = 2,19 \text{ g}$

Peso de la raíz seca = 707 g

Peso de la raíz fresca = 3500 g

Volumen del alambique =  $(\pi/4) (21.3)^2 \times 47,6 = 16,96 \text{ litros}$

Tiempo de operación = 3 horas

Volumen de la mezcla = 900 ml

$M_{\text{condensado}} = 900 - 2,19 = 897,81 \text{ g de agua}$

Rendimiento del aceite sobre la raíz seca

$W = 2,19 \text{ g aceite} / 707 \text{ g raíz seca} \times 100 = 0,31 \%$

Rendimiento sobre la raíz fresca  $W = 2.19 / 3500 \times 100 = 0,06 \%$

Flujo de vapor = volumen de la mezcla condensada.

Flujo de vapor =  $(900 - 2,19) / 180 \text{ min.} = 4,98 \text{ g/min} = 299,3 \text{ g/hr.}$

Flujo de vapor = 0,2993 l/hr.

$(\text{CC})_{\text{Aceite}} = 2,19 \text{ g aceite} / 900 \text{ g mezcla} = 0,0024 \text{ g aceite/g mezcla}$

Densidad de lecho =  $0,707 \text{ Kg} / 16,96 \text{ l} = 0,04 \text{ Kg/l.}$

### LOTE N° 3

#### Parámetros de operación del arrastre por vapor.

Temperatura de arrastre,  $T = 97^{\circ}\text{C}$

Presión de arrastre,  $P = 1 \text{ atm.}$

Densidad del aceite,  $d = 0.876 \text{ g/cm}^3$

Volumen del aceite = 5,4 ml

Peso del aceite = 4,73 g

Peso de la raíz seca = 909 g

Peso de la raíz fresca = 4500 g

Volumen del alambique =  $(\pi/4) (21.3)^2 \times 47,6 = 16,96 \text{ litros}$

Tiempo de operación = 3 horas

Volumen de la mezcla = 1300 ml

$M_{\text{condensado}} = 1300 - 4,73 = 1295,3 \text{ g de agua}$

Rendimiento del aceite sobre la raíz seca

$$W = 4,73\text{g aceite} / 909 \text{ g raíz seca} \times 100 = 0,52 \%$$

Rendimiento del aceite sobre la raíz fresca

$$W = 4,73 / 4500 \times 100 = 0,105 \%$$

Flujo de vapor = volumen de la mezcla condensada.

Flujo de vapor =  $(1300 - 4,73) / 180 \text{ min.} = 7,19 \text{ g/min} = 431,4 \text{ g/hr.}$

Flujo de vapor = 0,4314 l/hr.

$(CC)_{\text{Aceite}} = 4,73 \text{ g aceite} / 1300 \text{ g mezcla} = 0,0037 \text{ g aceite/g mezcla}$

Densidad del lecho =  $0,909 \text{ Kg} / 16,96 \text{ l} = 0,054 \text{ Kg/l}$

Se debe precisar que el alambique no ha sido llenado en ninguno de los experimentos realizados.

## VII. DISCUSION

El rendimiento de aceite esencial de jengibre ha sido de 0,52 % sobre la masa seca, usando el procedimiento de extracción por arrastre con vapor, que es cercano a la literatura consultada (que indica el rendimiento entre 0,5 -2,5 %) (9.6). Los bajos rendimientos de aceite esencial obtenidos en las primeras dos pruebas se debe a que la raíz de jengibre ha sido cortada y pelada y como el aceite esencial se encuentra en las células debajo de la epidermis, el rendimiento ha sido menor. En la tercera prueba la raíz ha sido solamente lavada y cortada. También el equipo de destilación por arrastre presentó fuga de vapores por la unión de la tapa con el cilindro del destilador.

. El secado de la materia prima se debe realizar a temperaturas inferiores a 30°C, para evitar la pérdida de sustancias volátiles.

La materia prima debe estar seca y molida antes de extracción del aceite para obtener un mejor rendimiento de aceite.

El aceite esencial de jengibre se presenta en forma de líquido bastante móvil, cristalino, de color amarillo suave, que tiene olor característico a la materia prima, pero no tiene sabor picante de la raíz. La explicación consiste en que las sustancias que dan olor picante (gingerol y shoagol) se encuentran solamente en la oleorresina que se extraen mediante solventes orgánicos (acetona, éter de petróleo) (9.6).

Las características físicas y sensoriales del aceite esencial de jengibre son buenas en comparación con la literatura revisada.

El aceite esencial de jengibre es afectado por la luz e humedad por lo cual se recomienda almacenarlo en frascos de color ámbar bien cerrados.

**Los resultados espectrofotométricos IR** muestran una banda de absorción alrededor 2850- 2925  $\text{cm}^{-1}$ , que se debe a la presencia del

grupo funcional hidroxilo y del grupo alqueno mono sustituido., y dos bandas de absorción alrededor de 1375 y 1700  $\text{cm}^{-1}$ , que se deben a la presencia del grupo isopropilo y respectivamente carbonilo no conjugado, aromático , la banda alrededor de 875 - 920, que corresponden a los grupos doble enlace sustituido y grupo vinilo disustituido, grupo aromático. Esto demuestra la existencia de los componentes del aceite ( sesquiterpenos como zingibereno, zingiberenol, ar- curcumeno, etc.).

En el espectro UV se observa dos picos máximos de absorción alrededor 340 nm y 350 nm lo que corresponde a zingibereno y ar- curcumeno.

## VIII. REFERENCIALES

- 8.1 BRUNETON, J. **Farmagnosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales.** 2ª Ed. Zaragoza: Acribia S. A. 2001.
- 8.2 .CHILUIZA CÓRDOVA, JORGE y otros. **Proyecto de extracción de aceite esencial de jengibre como alternativa de exportación, Ecuador.**
- 8.3 CARLOS HUMBERTO MONTOYA N. **Manual del laboratorio de análisis de alimentos,** pag. 26 -44, Universidad tecnológica de Pereira, 2005,
- 8.4 PENGELLY, A. **The constituents of Medicinal Plants.** 2nd Ed. Uruguay. 1996
- 8.5 RADOIAS GEORGES y otros. **Odorantes naturales in Perfumeria moderna.** Romania. Cluj Napoca, 2005
- 8.6 REYES GARCÍA, MARIA y otros. **Tablas peruanas de composición de alimentos.** 8ª Ed. Ministerio de Salud, Peru Lima 2009
- 8.7 STEPHEN, FULDER. **El Libro del Jengibre.** Ed. Martines Roca, Barcelona España 1998.
- 8.8 VÁSQUEZ RIBEIRO, OSCAR. **Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*).** *Revista Amazónica de investigación Alimentaria.* vol1, nº1:38-42, 2001.
- 8.9 YOSHIO YONEI y otros. **Extraction of Ginger Flavor with Liquid or Supercritical Carbon Dioxide.** *The Journal of Supercritical Fluids,* vol.8:156-161. 1995.

## **IX. APENDICES**

### **9.1 Humedad**

#### **Primer lote**

**Temperatura de trabajo :105°C, tiempo de secado : 3 horas**

**Tabla nº 9.1.1 Determinación de la humedad de la materia prima**

Peso crisol+ Muestra húmeda (g)	Peso crisol+ Muestra seca (g)	Peso muestra Inicial (g)	Humedad %
41.9	35.4	8,3	79,0
41.0	35.2	7,4	78,9
38.6	33.2	6,9	78,9

Elaboración propia

#### **Segundo lote**

**Temperatura de trabajo: 105°C, tiempo de secado: 3 horas**

**Tabla nº 9.1.2 Determinación de la humedad de la materia prima**

Peso crisol+ Muestra húmeda (g)	Peso crisol+ Muestra seca (g)	Peso muestra	% Humedad
41.2	35.3	7,6	78,6
38.3	33.2	5,9	79,2
32.3	25.2	9,1	78,9

Elaboración propia



### Tercer lote

Temperatura de trabajo: 105°C, tiempo de secado : 3 horas

Tabla nº 9.1.3 Determinación de la humedad de la materia prima

Peso crisol+ Muestra húmeda (g)	Peso crisol+ Muestra seca (g)	Peso muestra	% Humedad
41.2	35.5	7,6	78,3
38.3	33.2	5,9	79,0
32.3	25.2	8,9	78,9

Elaboración propia

## 9.2 CENIZAS

### Resultados obtenidos de cenizas

#### Primer lote

Tabla nº9.2.1 Determinación de cenizas para el jengibre

Temperatura de trabajo : 550°C, tiempo de ignición : 3 horas

Peso crisol (g)	Peso crisol+ cenizas (g)	Peso muestra (g)	% Cenizas
33,6	33,6306	1,7	1,70
33,6	33,6305	1,8	1,70
31,7	31,7284	1,7	1,71

Elaboración propia

### Segundo lote

Temperatura de trabajo :550°C, tiempo de ignición : 3 horas

**Tabla nº9.2.2 Determinación de cenizas para el jengibre**

Peso crisol (g)	Peso crisol+ cenizas (g)	Peso muestra (g)	% Cenizas
33,6	33,6306	1,7	1,70
33,6	33,6305	1,8	1,70
23,2	23,2300	1,7	1,71

Elaboración propia

### Tercer lote

Temperatura de trabajo : 550°C, tiempo de ignición : 3 horas

**Tabla nº9.2.3 Determinación de cenizas para el jengibre**

Peso crisol+ Muestra seca (g)	Peso crisol+ cenizas (g)	Peso muestra (g)	% Cenizas
33,6	33,6344	1,8	1,72
31,7	31,718	1,2	1,71
23,2	23,229	2,0	1,70

Elaboración propia

### 9.3.1 Propiedades físicas del aceite:

Primer lote

**Tabla n° 9.3.1.1 Propiedades físicas del aceite:**

Nombre propiedad	Valores
Física	
Índice de refracción ( $n_D^{20}$ )	1,4855
Densidad relativa ( $d_{25}$ ), g/cm <sup>3</sup>	0,876
Solubilidad en alcohol al 80 %	Soluble

Elaboración propia

Segundo lote

**Tabla n° 9.3.1. 2. Propiedades físicas del aceite:**

Nombre propiedad	Valores
Física	
Índice de refracción ( $n_D^{20}$ )	1,4855
Densidad relativa ( $d_{25}$ ), g/cm <sup>3</sup>	0,876
Solubilidad en alcohol Al 80 %	Soluble

Elaboración propia



Tercer lote

**Tabla nº 9.3.1. 3. Propiedades físicos del aceite:**

Nombre propiedad	Valores
Física	
Índice de refracción ( $n_D^{20}$ )	1,485
Densidad relativa ( $d_{20}$ ), g/cm <sup>3</sup>	0,876
Solubilidad en alcohol Al 80 %	Soluble

Elaboración propia

### 9.3.2 Evaluación sensorial

Primer lote

**Tabla nº 9.3.2. 1. Evaluación sensorial del aceite**

Nombre propiedad	Valores
Sensorial	
Olor	Fuerte a la raíz
Color	Amarrillo suave
Sabor	Ligeramente picante
Aspecto	Líquido cristalino Brillante

Elaboración propia



### Segundo lote

Tabla nº 9.3.2.2. Evaluación sensorial del aceite

Nombre propiedad Sensorial	Valores
Olor	Fuerte a la raíz
Color	Amarrillo suave
Sabor	Ligeramente picante
Aspecto	Liquido cristalino Brillante

Elaboración propia

### Tercer lote

Tabla nº 9.3.2. 3. Evaluación sensorial del aceite

Nombre propiedad Sensorial	Valores
Olor	Fuerte a la raíz
Color	Amarrillo suave
Sabor	Ligeramente picante
Aspecto	Liquido cristalino Brillante

Elaboración propia

**Tabla n°.9.4 RESUMEN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE OBTENIDO A NIVEL DE LABORATORIO**

Tiempo de Arrastre (horas)	H (cm)	V aceite (ml)	w (g)	Rendimiento aceite (%)	T. arrastre (°C)
2,5	1,9	1,5	1,314	0,279	97
3	3,1	2,5	2,19	0,31	97
3	6,4	5,4	4,73	0,52	97

**Elaboración propia**

**Donde:** H = altura del aceite (cm) ; V= volumen de aceite (ml); W = peso aceite (g)

T = temperatura de arrastre °C



**TABLA N° 9.5 COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE DE JENGIBRE CON LITERATURA**

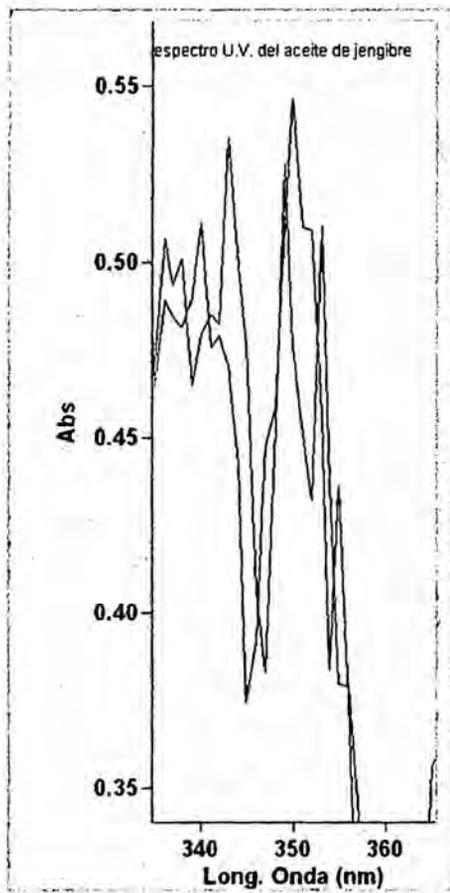
Propied.	1	2	3
Densidad	A 15°C 0,877- 0.896	A 25°C 0,871- 0.882	A 20°C 0.876
Índice De refracción	1,429- 1,494	1,4880- 1,4940	1,4855
Sol. en alcohol A 80%	Mas De 7 vol.	Soluble	Soluble

Elaboración propia

Donde:

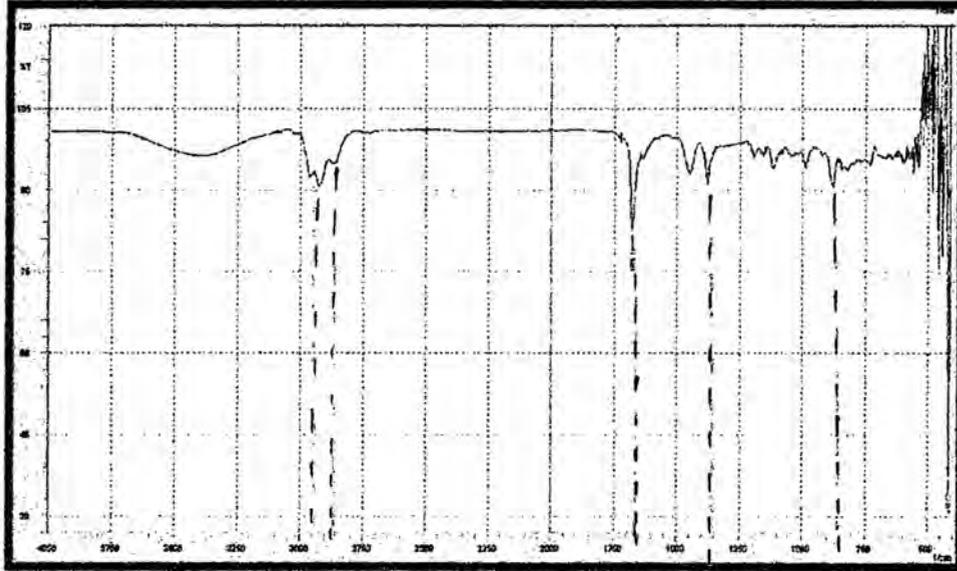
- 1- GILDEMEISTER Y HOFFMAN (fuente GUNTER, The esencial Oils, 1963)
- 2- RADOIAS GEORGES y otros. Odorantes naturales in Perfumeria moderna. Romania. 2005
3. Resultados experimentales ,2013

**Grafico N° 9.1 Espectro UV del aceite de jengibre**



**Elaboración propia**

## Grafico N° 9.2 Espectro IR del aceite de jengibre



Elaboración propia

**Fig. N°9.1 EQUIPO DE DESTILACION POR ARRASTRE DE  
VAPOR**

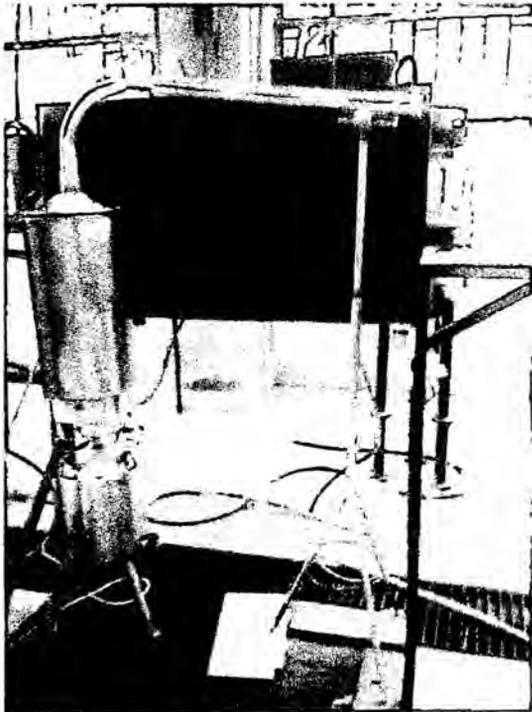


Foto tomada en el ambiente de Laboratorio de Operaciones Unitarios  
FIQ UNAC

**Fig.n° 9.2 Equipo de extracción aceite tipo Soxhlet**

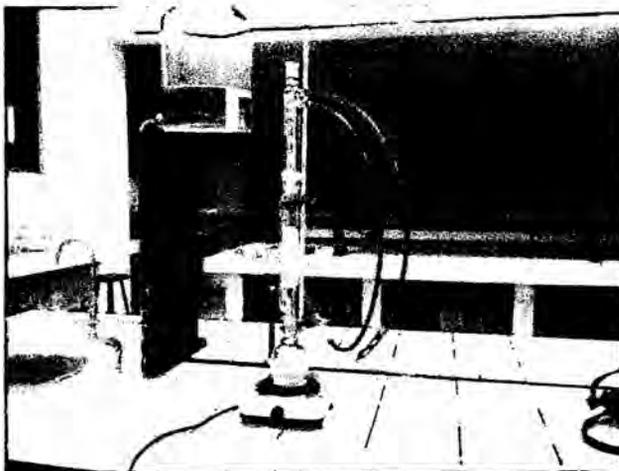


Foto tomada en el ambiente de Laboratorio de Química Orgánica - FIQ

*Handwritten signature or mark.*

### Nº 9.3 Espectrofotómetro UV

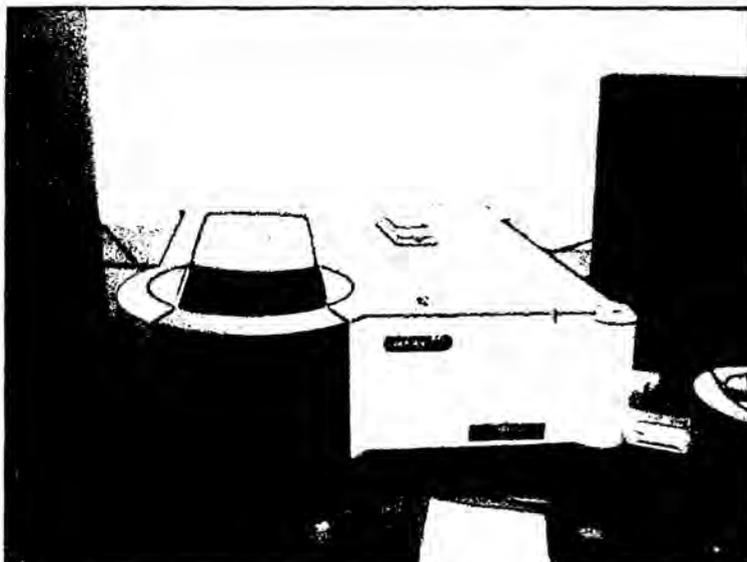


Foto tomada en el ambiente de Laboratorio de Investigación de la FIQ

### Fig. Nº 9.4 Espectrofotómetro IR tipo FTIR

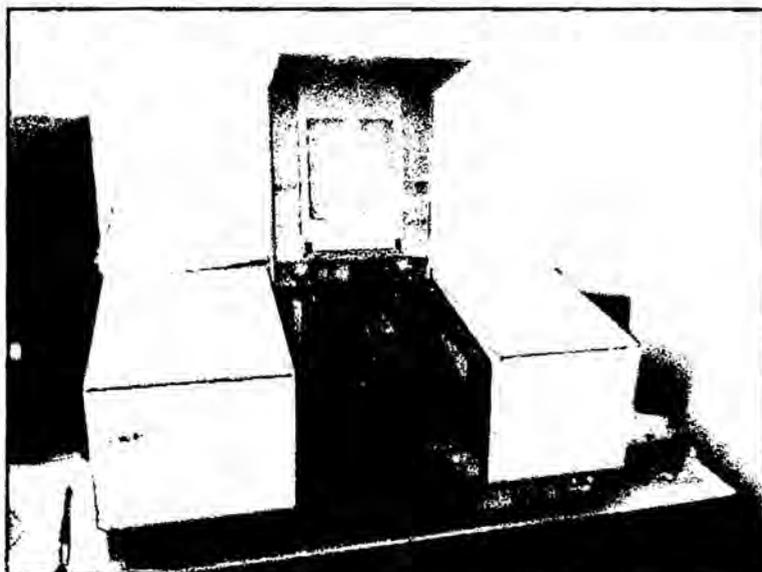


Foto tomada en el ambiente de Laboratorio de Investigación de la FIQ

**Fig. nº 9.4 Estufa con recirculación de aire tipo WBT -  
BINDER**

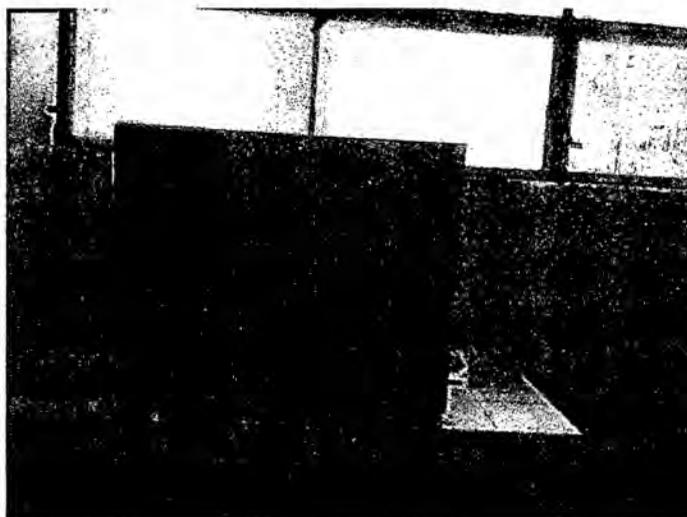


Foto tomada en el ambiente de Laboratorio de Química Orgánica de la  
FIQ

## X. ANEXOS

### ANEXO N°10.1

#### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL METODO DE SECADO

##### Procedimiento

Se ralla, y pesan de 5 a 10 g de muestra; se pesan dos capsulas de porcelana



Las muestras se llevan a desecación en una estufa entre 100°C y 105°C, durante dos a tres horas.



Se retiran los recipientes y se colocan inmediatamente en el desecador hasta que alcanzan la temperatura ambiente



Las muestras desecadas se pesan y se vuelven a colocar en la estufa a la temperatura de desecación durante 1 hora o más



Se deben repetir las operaciones de secado, enfriada y pesada hasta cuando se obtenga un peso constante, luego se guarda en el desecador la muestra deshidratada.



A partir de los pesos obtenidos se calcula el porcentaje de agua o humedad y materia seca del producto sometido a experimentación



## ECUACIÓN PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE HUMEDAD EN UN ALIMENTO

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Muestra húmeda} - \text{muestra seca}}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$

Fuente: CARLOS HUMBERTO MONTOYA NAVARRETE, **Manual del laboratorio de análisis de alimentos** Universidad tecnológica de Pereira, 2005, paginas 26- 44

### ANEXO nº10.2

#### DETERMINACIÓN DE CENIZAS O MATERIA MINERAL

Secar en la estufa a 100°C por 30 min., un crisol de porcelana limpio con tapa y posteriormente enfriarlo dentro de un desecador y pesarlo exactamente.



Pesar una muestra de 1.0 g. del alimento, en el crisol de porcelana



Colocar el crisol con la muestra y su tapa floja en mufla y llevarlo progresivamente a una temperatura que no exceda los 425°C, con el fin de lograr la incineración y liberación de los compuestos gaseosos sin formación de llamas



Aumentar la temperatura gradualmente hasta llegar a un máximo de 550°C y mantenerla a este nivel durante el tiempo necesario (+- 2 h) para obtener unas cenizas blancas o grisáceas.



Dejar enfriar el crisol tapado en la mufla cerca de 60°C y luego llevarlo a temperatura ambiente dentro del desecador.



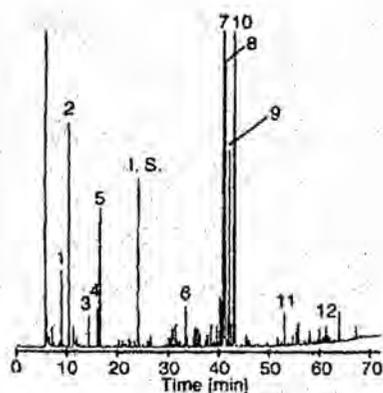
Pesar el crisol con las cenizas y la tapa

## ECUACIÓN PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE CENIZAS EN UN ALIMENTO

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(\text{peso de crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso del crisol})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

**Fuente:** CARLOS HUMBERTO MONTOYA NAVARRETE, **Manual del laboratorio de análisis de alimentos** Universidad tecnológica de Pereira, 2005, paginas 26- 44

**Figura nº 10.1. Cromatograma de gases del extracto de jengibre**



Donde:

1) a-pineno, 2) camfeno, 3) mirceno, 4) limoneno, 5) cineol, 6) linalool, 7) zingibereno 40 %, 8) bisaboleno, 9) farneseno, 10) P-sesquifellandreno, 11) nerolidol y 12) farnesol

Fuente: Yoshio Yonei\* and Hajime Ohinata

**Extraction of Ginger Flavor with Liquid or Supercritical Carbon Dioxide** The Journal of Supercritical Fluids, vol.8, nº2,1996 pag. 156-161

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**“ EXTRACCION Y CARACTERIZACION DEL ACEITE**  
**ESENCIAL DE JENGIBRE (Zingiber officinalis)”**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
¿Cómo debe ser una investigación de extracción y caracterización del aceite esencial obtenido a partir de jengibre (Zingiber officinalis).	Determinar los parámetros adecuados para extraer el aceite esencial de jengibre (Zingiber officinalis) por el método de arrastre por vapor.	Es posible establecer los parámetros adecuados (tiempo de operación, flujo de vapor de agua, densidad del lecho, etc) para el proceso de extracción por arrastre de vapor de agua del aceite de jengibre y las características físico-químicas del aceite esencial.
SUB PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS
Cómo se identifica las características del jengibre?	Identificar las características que presenta la materia prima de jengibre.	Las características que presenta la materia prima son: origen, % de humedad, tamaño, peso, etc.
Cómo se identifica las características físico-químicas del aceite de jengibre?	Identificar las características físico-químicas del aceite de jengibre.	Las características que presenta el aceite de jengibre se determinara mediante métodos físico-químicos (densidad, índice de refracción, etc.) e instrumentales (espectroscopia IR, UV, etc.).
¿Cuáles son las aplicaciones del aceite de jengibre ?	Mencionar las aplicaciones del aceite esencial de jengibre.	