UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

"ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE LAS HOJAS DE *Cinnamomum zeylanicum*, (CANELA) EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL POR ARRASTRE CON VAPOR, PROVENIENTES DE DOS ZONAS DE UCAYALI"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO FORESTAL

MARIO LUIS AGUILAR VARGAS

PUCALLPA - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 382

Siendo las 12:00 pm del día viernes 14 de diciembre de 2018, se reunieron en la Sala de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali los miembros del jurado evaluador, conformado por los siguientes docentes:

Dr. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS	-	**PRESIDENTE**
Dra. ZENAYDA EMILIA ESTRADA TUESTA	-	**MIEMBRO**
Ing. MSc. ALEX RENGIFO ZUMAETA	-	**MIEMBRO**

Para proceder a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **"ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE LAS HOJAS DE *Cinnamomum zeylanicum*, (CANELA) EN LA EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL POR ARRASTRE CON VAPOR, PROVENIENTES DE DOS ZONAS DE UCAYALI".** Presentado por el bachiller **MARIO LUIS AGUILAR VARGAS.**

Finalizando la sustentación se procedió a la formulación de las preguntas por parte del jurado evaluador, las cuales fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia la tesis fue aprobada por **UNANIMIDAD,** quedando expedito para el otorgamiento del título de Ingeniero Forestal, siendo asesorado por el Ing. Msc. **MOISES TORRES VELASCO**.

Siendo las 1:48 pm del mismo día, se dio por concluido el acto académico.

.....
Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas
Presidente

.....
Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta
Miembro

.....
Ing. MSc. Alex Rengifo Zumaeta
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas ..... Presidente

Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta ..... Secretario

Ing.MSc. Alex Rengifo Zumaeta ..... Miembro

Ing. Mg. Moisés Torres Velasco ..... Asesor

Ing. Msc. Mario Junior Zegarra Vásquez ..... Coasesor

Bach. Mario Luis Aguilar Vargas ..... Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, MARIO LUIS AGUILAR VARGAS

Autor de la TESIS titulada:

"ANALISIS DE RENDIMIENTO DE LAS HOJAS DE CINNAMOMUM ZEYLANICUM, (CANELA) EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL POR ARRASTRE CON VAPOR, PROVENIENTES DE DOS ZONAS DE UCAYALI"

Sustentada el año: 2018

Con la asesoría de: ING. MG. MOISES TORRES VELASCO

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional de: INGENIERIA FORESTAL

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 20 / 12 / 18

Email: mario.aguilar0207@gmail.com Firma:

Teléfono: 976450960 DNI: 71315113

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes logre llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, a través de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por haberme formado moral, académica y profesionalmente.

A mi asesor el Ing.MSc. Moisés Torres Velasco, por brindarme sus conocimientos, su apoyo y, sobre todo, su amistad.

A los docentes Manuel Iván Salvador Cárdenas, Zenaida Emilia Estrada Tuesta y Alex Zumaeta Rengifo, miembros del Jurado Calificador, por su asistencia técnica y observaciones pertinentes.

Al Señor Gerardo Arimuya Murayari, por ayudarme y aconsejarme para realizar de la mejor manera la presente tesis.

A todo el personal administrativo de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, por los consejos y la agilización de los documentos que se presentaron.

A todos mis amigos Daniel Armando Grandez Garate y Jerry Levis Arista Linares por su apoyo y su amistad incondicional y solidaria

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

ÍNDICE DE TABLAS ix

ÍNDICE DE FIGURAS x

RESUMEN xii

ABSTRACT xiii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 3

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3

CAPÍTULO II 4

2. MARCO TEÓRICO 4

2.1. ANTECEDENTES 4

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO 4

2.2 FUNDAMENTO TEORICO DEL PROBLEMA 5

2.2.1 Aceites esenciales… 5

2.2.2. Contenido de humedad del material 13

2.2.3. Densidad de los aceites esenciales 14

2.2.4. Rendimiento de los aceites esenciales 15

2.2.5. Destilación por arrastre de vapor de agua. 16

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 19

CAPÍTULO III 21

3. METODOLOGÍA 21

3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN. 21

3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA 21

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS. ... 25

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS. 30

CAPÍTULO IV 31

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31

4.1. RENDIMIENTO DE LAS HOJAS DE *Cinnamomum zeylanicum* (CANELA MOENA) EN LA OBTENCION DE ACEITE ESENCIAL POR ARRASTRE DE VAPOR Y PROCEDENTES DE DOS ZONAS. 31

4.2 CALIDAD DE ACEITE ESENCIAL DE CANELA MOENA 35

4.3. ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICO DEL ACEITE ESENCIAL 36

CONCLUSIONES 38

RECOMENDACIONES 39

BIBLIOGRAFÍA 40

ANEXO 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Industrias usuarias de productos aromáticos naturales y aceites esenciales. 12

Tabla 2: Densidad de los aceites esenciales 15

Tabla 3. Rendimiento de los aceites esenciales 15

Tabla 4. Tratamientos de datos 30

Tabla 5: Rendimiento del aceite esencial en las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) 31

Tabla 6. ANVA2 del rendimiento de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum*** **"**canela moena" en la extracción de aceite esencial 33

Tabla 7. Prueba de dos medias de muestras independientes del rendimiento de las hojas de canela en la extracción de aceite esencial en función al tiempo de arrastre de vapor 34

Tabla 8. Prueba de dos medias de muestras independientes del rendimiento de las hojas de canela en la extracción de aceite esencial en función a la zona de procedencia del material..... 34

Tabla 9. Criterios de calidad del aceite esencial en las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum*** (canela)..... 35

Tabla 10. Algunas propiedades físico – químico del aceite esencial de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum.*** 36

Tabla 11. Densidad e Índice de Refracción del aceite esencial de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum.*** 37

Tabla 12. Calidad del aceite esencial de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum.*** 37

Tabla 12. Determinación de contenido de humedad para la zona del Km. 10 45

Tabla 14. Determinación de contenido de humedad para la zona del Km. 44 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento promedio de las hojas de canela en la extracción de aceite esencial con dos tiempos de arrastre y de dos lugares de procedencias 32

Figura 2. Diagrama de interacción de los factores zona de procedencia y tiempos de arrastre por vapor del aceite esencial 33

Figura 3. Árbol de la especie canela 46

Figura 4. Muestras hojas de canela..... 46

Figura 5. Recolección de la muestra hojas de canela 47

Figura 6. Corte trozos pequeños de las hojas de canela 47

Figura 7. Lavado de las hojas de canela 48

Figura 8. Cernido de agua de las hojas de canela..... 48

Figura 9. Recolectado de la hoja lavada. 49

Figura 10. Muestra molida para mejor mezcla con la sustancia en método de destilación. 49

Figura 11. Muestra pesada en partes iguales previo a la introducción al equipo. 50

Figura 12. Introducción de la muestra pesada al balón de destilación. 50

Figura 13. Muestra en proceso de destilación 51

Figura 14. Muestras para la determinación de contenido de humedad. 51

Figura 15. Muestras para la determinación de contenido de humedad en la estufa. 52

Figura 16. Equipo de extracción de aceites esenciales. 52

Figura 17. Solución de agua con el aceite. 53

Figura 18. Decantación de la mescla para la separación del aceite esencial de canela.. 53

Figura 19. Separación de mezclas. 54

Figura 20. Muestras extraída aceite esencial km.10. 54

Figura 21. Muestras extraída aceite esencial km.44. 55

Figura 22. Proceso de solubilidad en agua y alcohol de diferentes muestras de ambas procedencias. 55

Figura 23. Muestras poco solubles en alcohol a 70%. 56

Figura 24. Mezcla de aceite y alcohol en el agitador de vortex. 56

Figura 25. Aceite insoluble al agua. 57

Figura 26. Solubilidad en agua y etanol de ambas procedencias 57

RESUMEN

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Transformación Química Forestal de la Madera del departamento de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales con el objetivo de analizar el rendimiento de diferentes zonas de procedencia de aceites esenciales en las hojas de *Cinnamomum zeylanicum*, (canela), las muestras para el estudio fueron provenientes del km.10 y el km.44 de la carretera Federico Basadre, para cuyo efecto se recolectaron 600 gr. de hojas de cada zona de procedencia y por tiempo, siendo 150 gr. por carga , realizándose 4 repetición por distintos tiempos, el método de destilación fue el de arrastre a vapor, por la cual nos basamos en las Norma Técnica Peruana. La destilación tuvo dos tiempos para ambas zonas uno de 60min. y el otro 80 minuto respectivamente. Los resultados de la investigación se determinó los siguientes valores promedios: contenido de humedad del Km, 10 es de 67.246 % y del Km.44 es de 12.039%; rendimiento en volumen de aceites esenciales del Km. 10 es en el tiempo de 60 min. es 10.8453 ml para el tiempo de 80 min. es 16.7845 ml. mientras que el km. 44 se obtuvieron en el tiempo de 60 min.es de 1.8511ml y en el tiempo de 80 min. es de 2.5072 ml. El rendimiento en peso de aceite esencial fue en del Km. 10 es de 0.90% y en del Km. 44 fue de 0.82%. La determinación de la calidad del aceite esencial se consideró: el modo de recolección, en este caso se consideró la hora, madurez del árbol, estación del año; parte de la planta (hojas con buen estado fitosanitario) y el modo de extracción considerando temperatura, tiempo de destilación, método de extracción. Los factores ambientales como la época de recolección del material, contenido de humedad del material, lugar de procedencia, edad de los árboles; tienen alta influencia en el rendimiento de la extracción de aceites esenciales de ***Cinnamomum zeylanicum.***

ABSTRACT

The research was carried out in the Wood Forest Chemical Transformation Laboratory of the Department of Forest Industries of the Faculty of Forestry and Environmental Sciences with the objective of analyzing the yield of different zones of origin of essential oils in the leaves of Cinnamomum zeylanicum, (cinnamon), the samples for the study were from km.10 and km.44 of the Federico Basadre road, for which purpose 600 gr. of leaves of each zone of origin and by time, being 150 gr. by load, performing 4 repetitions for different times, the distillation method was steam trawl, on which we base ourselves on the Peruvian Technical Standard. The distillation had two times for both zones one of 60min. and the other 80 minutes respectively. The results of the investigation were determined the following average values: moisture content of Km, 10 is 67.246% and Km.44 is 12.039%; Volume yield of essential oils of Km. 10 is in the time of 60 min. it is 10.8453 ml for the time of 80 min. is 16.7845 ml. while the km. 44 were obtained in the time of 60 min.es of 1.8511ml and in the time of 80 min. it is 2.5072 ml. The yield in weight of essential oil was in Km. 10 is 0.90% and in Km. 44 it was 0.82%. The determination of the quality of the essential oil was considered: the way of harvesting, in this case the time, maturity of the tree, season of the year was considered; part of the plant (leaves with good phytosanitary status) and the mode of extraction considering temperature, distillation time, extraction method. Environmental factors such as the time of collection of the material, moisture content of the material, place of origin, age of the trees; they have a high influence on the yield of the extraction of essential oils of Cinnamomum zeylanicum.

INTRODUCCIÓN

La extracción de aceites esenciales se realiza por varias técnicas, dentro de las cuales se destacan el enfluerado, la extracción con solvente y la extracción por arrastre con vapor. En nuestro caso se empleará la extracción por arrastre para la obtención de aceite esencial a partir de eucalipto; el modo de extracción consiste en generar el vapor que ingresa a un recipiente, donde están las hojas de la planta, y ponerlos en contacto hasta lograr la saturación del aceite, éste será arrastrado por el vapor hacia un condensador para finalmente después de un tiempo de reposo de la mezcla agua-aceite, decantar el aceite. Además de la extracción, se busca también mostrar que las características generales del producto son similares a las del producto industrial, lo cual sede terminará con el espectro infrarrojo, la determinación de la densidad y el índice de refracción.

La mayoría de los alimentos deben su sabor y olor a sustancias químicas que se encuentran presentes en el orden de partes por millón. En la naturaleza, algunas especies evolucionan- ron con niveles muchos mayores de esta sustancia químicas que otras. Con el descubrimiento de la destilación, se hizo posible separar del material botánico estas sustancias o sus mezclas, dando lugar al nacimiento de los aceites esenciales como producto comercial.

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes). Los aceites esenciales se clasifican en base a

diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue: Determinar el rendimiento de la extracción de aceite esencial de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) de dos zonas de procedencia y con dos tiempos de arrastre.

Los objetivos específicos fueron: Calcular el rendimiento del aceite esencial obtenido. de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) de dos zonas de procedencia y con dos tiempos de arrastre; Determinar la calidad de aceite esencial obtenido y determinar algunas propiedades físico – químico del aceite esencial obtenido como: solubilidad en alcohol, en diferentes concentraciones, solubilidad en agua, color, olor, densidad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Podemos señalar que la biodiversidad amazónica supone variedad mas no cantidad, por eso se hace necesario repoblar el bosque con aquellas especies promisorias en aceites esenciales como las Lauráceas. De este modo el uso sostenible de Lauráceas, se constituya en un renglón importante de ingresos con la venta de los aceites esenciales. Todo estudio orientado a esta familia de plantas resultaría importante por ofrecer ventajas comparativas importantes respecto a su volumen de producción, que aperturaría una economía nueva y alentadora a quienes se dedican también a esta nueva línea de actividad agroforestal, con movilización de mano de obra, trabajo calificado y asegurado (Chacón, 2006).

En la actualidad existe un amplio campo de posibilidades para la utilización de los aceites esenciales aislados de las plantas, exigencia que lleva aparejada el desarrollo agroforestal sustentable, que mantenga los recursos naturales en pie y los impactos ambientales sean mínimos.

Se pretende en ésta investigación extraer y evaluar la producción de aceite esencial de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) mediante el método de destilación por arrastre con vapor de agua y con ello comparar el rendimiento de cada procedencia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

El ***Cinnamomum zeylanicum***, cuyo nombre común es canela o canela de Ceylon10, es una de las especias conocidas desde tiempos antiguos y en China se empleaba ya en el año 2500 A.C. Los árabes la utilizaban mucho para aromatizar carnes, ya que la canela contiene un aceite esencial rico en fenol que inhibe las bacterias responsables de la putrefacción de la carne (Argueta y Vásquez, 2005).

Descripción botánica.

Según (Izco, 2004), asevera que la canela es un árbol con corteza papirácea bastante gruesa, lisa y pálida perteneciente a la familia de las lauráceas. En su estado silvestre puede alcanzar los 10 metros de altura.

Es un árbol de hojas perennes de tamaño moderado, ovadas, con tres nervios bien marcados, acuminadas, de borde liso, lanceoladas, verde brillante por encima y ligeramente más pálidas por debajo, de base aguda o redondeada. Peciolos de 1,3 a 2,5 cm de largo, aplanados. Flores hermafroditas amarillas, muy numerosas, cuyo tubo mide 2,5 mm de largo. Frutos morados en baya, de 1 cm de diámetro y de 1,3 a 1,7 cm de largo, oblongo, minuciosamente apiculado, seco o

ligeramente carnoso, morado oscuro, rodeado por el perianto campanulado ampliado de 8mm de diámetro.

2.2 FUNDAMENTO TEORICO DEL PROBLEMA

2.2.1 Aceites esenciales.

Los aceites esenciales, resinas, extractos y especias son conocidos y utilizados desde la antigüedad en gran número de aplicaciones: perfumes, ambientadores, cosméticos, medicinas. Existen referencias en manuscritos egipcios, chinos y hay alrededor de 200 citas en la Biblia relacionadas con estas sustancias. (Ortuño, 2006).

Los aceites esenciales proceden de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales. El aceite de espliego, por ejemplo, procede de una flor, el aceite de pachulí, de una hoja, y el aceite de naranja, de un fruto. (De León, 2008).

Su estructura está formada por moléculas aromáticas y partículas energéticas. Son extremadamente volátiles, sensibles a los rayos del sol y a los cambios extremos de temperatura. Son livianos y no grasos, insolubles en agua y levemente solubles en vinagre. Se disuelven bien en alcohol y mezclan en forma excelente con ceras, grasas y aceites vegetales. (Hernández, 2005).

a) Composición química de los aceites esenciales.

La composición química de los aceites esenciales es variada, en una misma especie la composición cambia. Se pueden encontrar más de cincuenta compuestos químicos en una planta en proporciones considerables, para ser tomados en cuenta como componentes importantes del aceite. Hay componentes químicos, cuya cantidad presente en el aceite esencial, no es considerable cuantitativamente, pero si influye cualitativamente. Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden tener la siguiente naturaleza química: (Grunther, 1996 citados por Piedra Santa, 2007).

Compuestos alifáticos de baja masa molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos.)

- Monoterpenos.
- Sesquiterpenos
- Fenilpropanos.

b. Propiedades físico-químicas de los aceites esenciales

Las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales o esencias son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas, que prácticamente pueden encontrarse solo una; como, por ejemplo, en la gaulteria en la cual el 98 a 99 % de su esencia se encuentra compuesto de salicilato de metilo y la esencia de canela contiene más de 85 % de

cinamaldehído o más de treinta compuestos como en la de jazmín o en la de manzanilla. (De León, 2008).

El rendimiento de esencia obtenido de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento de peso vegetal hasta 1 a 3 %. La composición de una esencia puede cambiar con la época de la recolección, el lugar geográfico o pequeños cambios genéticos. En gimnospermas y angiospermas es donde aparecen las principales especies que contienen aceites esenciales, distribuyéndose dentro de unas sesenta familias. Son particularmente ricas en esencias las pináceas, lauráceas, mirtáceas, labiáceas, umbelíferas, rutáceas y asteráceas.

Las propiedades físicas de los aceites esenciales son su volatilidad y su difusión a temperatura ambiente. En general, si se dejan en contacto con el aire, se evaporan completamente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos.

Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de sasafrás o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio (rotación específica: por tener en su estructura centros quirales), tienen un índice de refracción elevado. Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos como éter o cloroformo y alcohol de alta gradación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son extraídos de los tejidos vegetales por el vapor de agua. (Dolores, 2014).

c. Propiedades físicas de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son líquidos a temperatura ambiente, muy raramente tienen color y su densidad es inferior a la del agua (la esencia de sasafrás o de clavo constituyen excepciones). Tienen un índice de refracción elevado. Solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero le comunican el aroma, son arrastrables por el vapor de agua, solubles en aceites fijos o grasas. (Lima, 2005).

Solubilidad en etanol, según la Norma Técnica Peruana 319.084 se establece el método de determinación de la solubilidad de aceites esenciales en diluciones de etanol. El principio del método consiste en que, a una temperatura de 20°C se adiciona progresivamente al aceite esencial, una solución acuosa de etanol de concentración adecuada y conocida y se observa el grado de solubilidad. Según (Arteaga, 1980), la solubilidad de un aceite esencial en etanol indica la presencia de compuestos oxigenados hidrofílicos. Además, indica la aptitud del aceite esencial para ser usado en la industria de perfumería.

d. Usos de los aceites esenciales

Son los ingredientes básicos en la industria de los perfumes y se utilizan en jabones, desinfectantes y productos similares. También tienen importancia en medicina, tanto por su sabor como

por su efecto calmante del dolor y su valor fisiológico. Los aceites esenciales son utilizados principalmente en la industria alimenticia, cosmetológica, farmacéutica y aromaterapia. (De León, 2008).

Si bien es cierto que los aceites esenciales tienen una gran variedad de aplicaciones, sus propiedades más apreciadas son sus olores. Una ilustración la encontramos en el jabón, el cual perdería muchos de sus atractivos si no tuviera olor. Este concepto es aplicable también a muchos artículos de consumo, como todo tipo de lociones y otros cosméticos, desodorantes de ambiente, etc.

Los aceites esenciales tienen propiedades extraordinarias. Con la creciente popularidad de la aromaterapia es más fácil encontrar aceites de buena calidad en casi todas las ciudades. La calidad de los aceites es muy importante en la aromaterapia. Los aceites de baja calidad no dan los resultados esperados. (Lima, 2005). Se ha documentado en otros trabajos que la composición de los aceites esenciales de las hojas de los eucaliptos puede causar diferencias en susceptibilidad al daño por insectos (Floyd y Foley, 2001; Dungey y Potts, 2003 citados por Huertas A., *et al.* 2009.). La función de los metabolitos secundarios de las plantas es actuar específicamente contra la infestación de insectos, para reducir el daño (Kessler y Baldwin, 2002; Vivanco *et al*., 2005 citados por Huertas, A. *et al.* 2009.).

e. Distribución y estado natural.

Las plantas aromáticas son aquellas que contienen en sus flores, hojas, raíces o tallos aceites esenciales. El aceite esencial se encuentra en diminutas glándulas que pueden estar en una o más partes de la planta, por ejemple en las hojas (ajenjo, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil). Aunque en los aceites esenciales tanto los mono-, los sesquiterpenos y los fenilpropanos se les encuentra en forma libre, más recientemente se han investigado los que están ligados a carbohidratos, ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal. (Andrea, 2011).

f. Calidad de los aceites esenciales

Los criterios de calidad de los aceites esenciales son principalmente (De León, 2008):

- El modo de recolección (la hora, la madurez, la estación, etc.)
- Las partes de las plantas usadas (flor, raíz, hojas, frutas, ramas etc.)
- El modo de extracción (temperatura, tiempo de destilación, equipo usado, método de extracción, etc.).

Según (Ortuño, 2006) afirma que, cualquier producto que adquiramos en el mercado, como un saborizante para

alimentación, un perfume o un aceite esencial está dentro de un amplio intervalo en cuanto a su nivel de calidad, más aún si se trata de productos obtenidos directamente de materias primas vegetales. Incluso para los aceites esenciales hay variaciones importantes de calidad dependiendo de su origen geográfico, variedad de la planta, método de obtención, condiciones de procesado, almacenamiento, envejecimiento.

g. Aplicaciones de los aceites esenciales

El tipo de aceite esencial y su calidad, determinan en qué producto final será incorporado un aceite. Los aceites esenciales son ampliamente utilizados como materia prima en diferentes tipos de industria, cosmética, alimenticia, bebidas, textil, etc., mientras que otras industrias pueden usar productos aislados de esencias, como es el caso de la industria farmacéutica (Biocomercio Sostenible, 2003). La Tabla 01 proporciona una visión general del uso del aceite esencial en las diferentes ramas de consumo.

Tabla 1: Industrias usuarias de productos aromáticos naturales y aceites esenciales.

INDUSTRIAS	APLICACIONES
Alimenticia	Salsas, condimentos, bebidas refrescantes, alimentos procesados y enlatados
Licorera	Aperitivos y saborizantes
Cosmética	Perfumes,dentífricos,cremas. lociones
Farmacéutica	Veterinaria,antisépticos, analgésicos, aromaterapia y homeopatía.
Uso domestico	Desodorantes, desinfectantes del ambiente y jabones.
Agroquímica	Bioinsecticidas y aleloquímicos
Textil	Elaboración de enmascaradores de olores y tratamiento con mordientes después del teñido
Petroquímica y minería	Utiliza esencias o terpenos derivados de ellas como vehículos flotantes y lubricantes.
Pinturas	Enmascaradores de olores disolvente biodegradable.
Química Fina	Precursores químicos, por ejemplo citral, safrol, trementina.

Fuente: Pineda (2005)

h. Procesos de obtención de aceites esenciales

Los principales métodos de extracción de los aceites esenciales son “Enfleurage o enflorado, extracción con solventes, extracción por prensado, extracción con fluidos súper críticos e hidrodestilación o extracción por arrastre con vapor.” (Castaño, 2012).

2.2.2. Contenido de humedad del material

Los resultados de la etapa de extracción de los aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* Labill. Se observa que a igual tiempo de extracción (37,6 ml/100g.hoja), cuando la humedad de la hoja aumenta (de 16,1% a 35,9% p.e), el rendimiento disminuye (de 1,69 a 1,38 ml100g.hoja). Esto significa que el rendimiento en aceite esencial se ve afectado por el proceso de secado, debido a su alta volatilidad. (Vásquez *et al.*, 2001 citados por Moreno, J. 2010). El mayor rendimiento (2,34 mL/100g.hoja) fue obtenido con 16,1% de humedad y 122,4 min de tiempo de extracción, y el menor rendimiento (1,38 mL/100g.hoja) con 35,9% de humedad y 37,6 min de tiempo.

Quintero *et al* (2004), manifiestan que los sistemas de extracción recurren, en algunas ocasiones, a la deshidratación de las especies vegetales para obtener un mejor y mayor rendimiento en aceites y esencias o es debido a que al eliminarse un gran porcentaje del agua, la extracción de los aceites es mucho más rápida.

Medina, C. (2008), mencionan que el tiempo de secado del material influye en la extracción del aceite esencial, es mas en el eucalipto puede durar hasta 4 meses, si quedan en rumas, generando hongos, los que transfiere un olor terroso mohoso al aceite, debido a la formación de los ácidos grasos, por esto si el material no se procesa pronto se debe disponer para su oreado.

Ocaña, D. (1983), determinando el rendimiento de aceite esencial y el contenido de cineol en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill, los contenidos de humedad de las muestras de hojas estuvieron del 40,96 % a 57,84 %; con un promedio de 47,53%.

Hinostroza y Taquire (1992), realizo la evaluación cuantitativa y cualitativa de las hojas de *Eucalyptus globulus* Labill en la producción de aceites esenciales arriban a las siguientes conclusiones, el secado de las hojas bajo sombra, se consiguió a los 12 días de recolectado, asimismo mediante la prueba “t” estadísticamente no existe diferencia significativa entre rendimiento en aceite esencial de las hojas adultas frescas y secas.

2.2.3. Densidad de los aceites esenciales

La densidad es una propiedad característica, significa que es específica de cada material y depende de sus características internas y no de la cantidad de ella; lo cual permite diferenciar a un material de otro con la ayuda de otras propiedades.

De hecho, la densidad permite diferenciar un mineral o piedra preciosa de un simple vidrio. La densidad de una sustancia es una medida que nos dice cuánta materia hay de esa sustancia en cierto espacio. Para averiguar la densidad de una sustancia o de un objeto se divide la masa entre el volumen o espacio que ocupa esa sustancia u objeto. Usualmente se usan las unidades de g/cm3. (www.herbotecnia.com. 2009).

Tabla 2: Densidad de los aceites esenciales

Vegetal	Nombre científico	Densidad (g/ml)
Menta	*Mentha piperita (EESC)*	0.908
Hierba buena	*Mentha spicia (N)*	0.890
Hierba buena	*Mentha spicta (EESC)*	0.919
Manzanilla	*Matricari Chamomilla*	0.901
Eucalipto	*Eucalyptus globulis*	0.921
Cipres	*Oleuni cupressi*	0.871
Toronjil	*Melisa officinalis*	0.880

Fuente: **www.herbotecnia.com**

2.2.4. Rendimiento de los aceites esenciales

Es la cantidad de producto obtenido en una reacción química. El rendimiento absoluto puede ser dado como la masa en gramos o en moles (rendimiento molar). El rendimiento fraccional o rendimiento relativo o rendimiento porcentual, que sirve para medir la efectividad de un procedimiento de síntesis, es calculado al dividir la cantidad de producto obtenido en moles por el rendimiento teórico en moles.

Tabla 3. Rendimiento de los aceites esenciales

Parte de la planta utilizada	Nombre científico	Rendimiento Esencial (%)
Planta	*Mentha piperita (EESC)*	0.51
Planta	*Mentha spicia (N)*	0.30
Planta	*Mentha spicta (EESC)*	0.32
Planta	*Matricari Chamomilla*	0.20
Planta	*Eucalyptus globulis*	0.60
Hojas	*Oleuni cupressi*	0.80
Ramas	*Melisa officinalis*	0.20

Fuente: **www.herbotecnia.com**

El rendimiento de esencia obtenido de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento de peso vegetal hasta 1-3 %. La composición de una esencia puede cambiar con la época de la recolección, el lugar geográfico o pequeños cambios genéticos. (Paredes y Quinatoa, 2010).

2.2.5. Destilación por arrastre de vapor de agua.

En la destilación por arrastre de vapor de agua se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por este y otros "no volátiles". Lo anterior se logra por medio de la inyección de vapor de agua directamente en el seno de la mezcla, denominándose este "vapor de arrastre", pero en realidad su función no es la de "arrastrar" el componente volátil, sino condensarse formando otra fase inmiscible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación. En este caso se tendrá la presencia de dos fases inmiscibles a lo largo de la destilación (orgánica y acuosa), por lo tanto, cada liquido se comportará como si el otro no estuviera presente. Es decir, cada uno de ellos ejercerá su propia presión de vapor y corresponderá a la del líquido puro a una temperatura de referencia (Wankat, 1988).

La condición más importante para que este tipo de destilación pueda ser aplicado es que tanto el componente volátil como una impureza sean insolubles en agua, ya que el producto destilado (volátil) formara dos fases al condensarse, lo cual permitirá la separación del producto y del agua fácilmente. La presión total del sistema será la suma de las

presiones de vapor de los componentes de la mezcla orgánica y del agua. Sin embargo, si la mezcla a destilar es un hidrocarburo con algún aceite, la presión de vapor del aceite al ser muy pequeña se considera despreciable.

En la destilación por arrastre es posible utilizar un gas inerte para el arrastre (Fair, 1987). Sin embargo, el empleo de vapores o gases diferentes al agua implica problemas adicionales en la condensación y recuperación del destilado o gas.

El comportamiento que tendrá la temperatura a lo largo de la destilación será constante, ya que no existen cambios en la presión de vapor o en la composición de los vapores de la mezcla, es decir, el punto de ebullición permanecerá constante mientras ambos líquidos estén presentes en la fase liquida. En el momento que uno de los líquidos se elimine por la propia ebullición de la mezcla, la temperatura ascenderá bruscamente (Wankat, 1988).

Existe una gran diferencia entre una destilación por arrastre y una simple, ya que en la primera no se presenta un equilibrio de fases liquido-vapor entre los dos componentes a destilar como se da en la destilación simple. Por lo tanto, no es posible realizar diagramas de equilibrio, ya que en el vapor nunca estará presente el componente "no volátil" mientras este destilando el volátil. Además, en la destilación por arrastre de vapor el destilado obtenido será puro en relación al componente no volátil (aunque requiera de una decantación para ser separado del agua), algo que no sucede en la

destilación simple, en la cual el destilado sigue presentando ambos componentes, aunque más enriquecido en alguno de ellos. Por otra parte, si este tipo de mezclas con aceites de alto peso molecular fueran destiladas sin la adición del vapor se requeriría de gran cantidad de energía para calentarlas y se emplearía mayor tiempo, pudiéndose descomponer si se trata de aceites esenciales.

La destilación por arrastre de vapor es un método sencillo y de bajo costo, pero su inconveniente es que requiere largos periodos de tiempo y tiene rendimientos bajos en comparación con otros métodos (Sefidkon et al., 2006; Guan et al., 2007).

La destilación por arrastre con vapor que se emplea para extraer la mayoría de los aceites esenciales es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y adicionar tensión de vapor a la de los componentes volátiles del aceite esencial; los vapores salientes de la cámara extractora se enfrían en un condensador donde regresan a la fase líquida, los dos productos inmiscibles, agua y aceite finalmente se separan en un dispositivo decantador o vaso florentino (Bandoni et al, 2000).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Destilación.** La destilación se define como “la separación de componentes de una mezcla de 2 o más líquidos por medio de la diferencia de su presión de vapor” (Guenther, 1948)

.

- **Condensación.** Es importante en el proceso de destilación y en el funcionamiento de las máquinas de vapor, donde el vapor de agua utilizado se vuelve a convertir en agua en un aparato llamado condensador

- **Aceites esenciales.** Los aceites esenciales son las fracciones liquidas volátiles, las cuales les proporcionan el aroma a las plantas, son importantes para la industria cosmecéutica (perfumes y aromatizantes), nutracéutica (condimentos y saborizantes) y farmacéutica.

- **Densidad:** relación entre masa partido volumen.

- **Destilación por arrastre de vapor:** separación de los componentes de una solución por diferencia de volatilidades, en la cual el material dentro de la mezcla se pone en contacto con vapor, oxígeno o hidrógeno.

- **Condensador:** aparato que emplea dos fluidos con el propósito de que uno de ellos cambie de fase, para su posterior uso.

- **Humedad:** contenido de agua en un material (gramos).

- **Rendimiento:** es la relación entre el aceite esencial obtenido y la masa de materia vegetal alimentada al alambique de destilación.

- **Secado:** separación de pequeñas cantidades de agua contenidas en un sólido por medios mecánicos.

- **Solubilidad:** capacidad que tiene un compuesto de difundirse en otro, por tener similitud estructural en sus moléculas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El método empleado fue experimental y descriptivo:

Experimental: Porque en el ensayo las variables procedencias del material y tiempo de arrastre a vapor variaron a voluntad del investigador y se realizó de acuerdo a las normas de seguridad: INDECOPI, ASTM, NTP y manual de laboratorio para obtención del aceite esencial.

Descriptivo: Se llegó a observar y describir algunas características del proceso y las características organolépticas de los aceites. Así como también nos mostrara la calidad de los aceites que se lleguen a extraer.

Finalmente, se conoce algunas propiedades físico-químicas de los aceites obtenidos.

3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población.

La población estará conformada a los arboles de *Cinnamomum zeylanicum*, (canela moena) existentes en la zona del Km. 10.500 carretera (margen derecho 2.5) y en el km 44 Carretera Federico Basadre. (tramo Pucallpa – Von Humboltd

Muestra.

La muestra estuvo conformada por un árbol en cada zona, elegidas aleatoriamente.

3.2 PROCEDIMIENTO

3.2.1. Recolección de la muestra

Se recolectó cierta cantidad de hojas, las cuales fueron lavadas y almacenadas bajo sombra (esta operación se efectuó 48 horas antes de la destilación).

Las hojas fueron picadas en trozos de aproximadamente 0,2 cm por lado, cuidando que la superficie de contacto sea uniforma y lo más pequeño posible para aumentar el contacto con el disolvente.

3.3.2 Destilación del aceite esencial por arrastre a vapor de agua.

Las hojas lavadas, se pesaron aproximadamente 600 g. y se le introdujo el material al balón del destilador. Se llenó la base del destilador hasta que el agua cubra la cantidad de muestra que fue introducida.

Se cerró herméticamente el destilador y se puso en funcionamiento el mismo, a la vez se calculó el agua en el refrigerante en dirección contraria a la dirección del vapor de agua (el recipiente del refrigerante ha sido previamente llenado con agua).

Una vez que comenzó a salir el destilado, se cambió el kitasato u otro frasco receptor cada vez que sea necesario.

El tiempo de destilación varió de 60 a 80 minutos aproximadamente. Se comprobó el fin del destilado, cuando en el kitasato dejó de aparecer un

anillo coloreado. Se destapó el destilador y se descargó el material agotado.

3.4.3 Separación del aceite.

Los recipientes que contenían el aceite esencial fueron colocados en un ambiente frio por un tiempo aproximado de 1 hora.

Luego el aceite fue retirado con cuidado del frasco con ayuda de un gotero o con la ayuda de una pera de bromo de 1 litro aproximadamente, donde se almacenaron las partes sobrenadantes de los frascos receptores. Dejamos reposar la pera de bromo con el aceite y agua, seguidamente se procedió a separar el agua por la parte inferior. Se recibió el aceite en otro envase y se midió su volumen.

La fase de condensación fue muy importante. Por ello, la temperatura del agua de enfriamiento se mantuvo en todo momento en un rango de 0 a 2º C. Este rango tuvo como finalidad evitar pérdidas de aceite esencial por falta de condensación de la mezcla agua-aceite. La separación de la menor porción de agua, por el poco volumen de aceite extraído, se llevó a cabo por decantación, para evitar mayores pérdidas de aceite y desnaturalización de sus componentes. El aceite esencial fue envasado en frascos ámbar de 12 ml de capacidad, para luego almacenarlo a 4º C. El rendimiento (ml/600g.hojas) de la extracción fue determinada dividiendo la masa (en g) del aceite esencial obtenido entre la densidad del aceite esencial por cada 600g de hojas.

Todo este proceso fue realizado cuatro veces por las 2 procedencias formas de extracción en estudio. Para el cual se aplicó la siguiente formula:

Rendimiento (NTP 319.079).

- En primera instancia se determinó el volumen y peso de aceite esencial extraído por cada especie y cada repetición. Las operaciones matemáticas para determinar el rendimiento del aceite esencial (RAE %) se desarrollaron en la fase de gabinete final.
- Para este proceso se utilizó la norma técnica Peruana N° (NTP 319.079).
- El cálculo del rendimiento del aceite se realizó en base al peso húmedo de hojas, en función a la siguiente relación.

$$Rendimiento = \frac{Peso\ del\ aceite}{Peso\ seco\ de\ las\ hojas}\ x\ 100$$

3.5.4 Solubilidad.

Generalmente los aceites esenciales son sólo ligeramente solubles en agua y miscibles en etanol absoluto. La determinación del número de volúmenes de alcohol diluido, a una graduación dada, que se requieren para la completa solubilización de un volumen de esencia, es una ayuda rápida en la evaluación de su calidad; aceites esenciales ricos en constituyentes oxigenados.

Son más solubles en etanol diluido que los aceites en cuya composición predominan los hidrocarburos terpénicos.

Se pone exactamente 1ml de aceite esencial en una probeta de tapón esmerilado y se añade etanol de una determinada dilución en proporciones pequeñas sirviéndose de una bureta. Después de cada adición se agita enérgicamente y se observa el resultado.

Una vez lograda la disolución clara, se anotó la cantidad de alcohol añadida y se continuò añadiendo hasta completar los 10ml, observando si se produce algún enturbiamiento posterior. Puesto que la solubilidad varía con la temperatura, ésta determinación se realiza a temperatura constante con ayuda del baño termostático.

Se utilizó mezcla alcohólica 70% (v/v), empezando por las de mayor graduación, descendiendo de cinco en cinco grados. Si el aceite es soluble en 10 volúmenes de una graduación dada "G", se determinó su solubilidad en la inmediata disolución alcohólica superior "G+5". Por el contrario, si es muy soluble en menos de un volumen de esa mezcla alcohólica, se determinó en la siguiente graduación inferior "G-5".

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Trabajo de laboratorio.

A. Fase de campo.

A.1. Identificación de los árboles.

La especie *Cinnamomum zeylanicum* (canela moena), se identificó con el especialista en Dendrología, Ing. M. Sc.

Mario Junior Zegarra Vásquez, en los 2 lugares de procedencia de la especie. Donde se logró identificar los árboles para el estudio.

A.2. Recolección de muestra.

La recolección de muestras se realizó en los 2 lugares del estudio se utilizó serruchos, para el podado de ramas que eran inalcanzables con las tijeras telescópicas, una vez obtenidas, se extrajo las hojas con las tijeras de podar, y se dispusieron en bolsas de polietileno, se recolectaran 3 bolsas de 200 g. aproximadamente. Las hojas obtenidas fueron extraídas de las partes bajas y medias del árbol.

A.3. Preparación de la materia prima.

Una vez obtenidas las hojas de los árboles, se pusieron en mantadas, para el previo deshojado, para poder eliminar las ramillas, esta actividad se realizó inmediatamente después del recolectado. Se obtuvo las muestras por cada lugar de procedencia, cada una compuesta por 600 gr. de hojas.

B. Ejecución de ensayos.

B.1. Determinación del contenido de humedad de las hojas.

Para la determinación del contenido de humedad, se utilizó la Norma Técnica Peruana N° 251.010.

Las muestras tomadas por cada repetición fueron de 150 gr. y 25 gr. las cuales se pesaron en las balanzas analíticas, para después disponerlas en envases de plástico bien secas, se pusieron el horno de secado, el tiempo de secado fue de 24 Hrs aproximadamente, a una temperatura de100 °C.

Finalmente, cuando las hojas estuvieron bien secas y con peso constante, se tomó el dato final.

Este proceso se inicia, con el proceso de extracción de aceite esencial, por cada repetición y cada especie.

$$Contenido\ de\ Humedad\ (\%) = \frac{ph - ps}{ph}\ x\ 100$$

Donde:

ph = peso húmedo, expresado en gramos;

ps = peso seco, expresado en gramos.

B.2. Determinación de aceites esenciales (NTP 203.075).

En este método podemos determinar el contenido de aceites esenciales en los productos elaborados a partir de frutas y otros vegetales (NTP 319.075).

1. Se colocaron 1000 cm^3 de muestra en el matraz y se agregó perlas de vidrio para facilitar la ebullición.
2. Se llenó con agua destilada de trampa separador de aceite, se conectó con el matraz y el condensador y se hizo hervir cuidadosamente el contenido del matraz durante 1 hora.
3. Se retiró la fuente de calor y se dejó en reposo durante varios minutos.
4. Se abrió la llave de la trampa y se eliminó de ella suficiente cantidad de agua para permitir que la capa de aceite llegue a la parte graduada de la trampa.
5. Se dejó en reposo durante 5 minutos, para que el aceite baje completamente y se midió la cantidad de aceite desde el fondo del menisco inferior hasta el fondo del menisco inferior hasta el fondo del menisco superior.
6. Para determinar el contenido de aceite esencial se aplicó la siguiente fórmula:

$$A = \frac{1\,000\,V_1}{V}$$

En donde:

A = Contenido de aceite esencial en el producto, en cm^3/1 000 ccm^3.

V_1 = Volumen de aceite esencial leído en la porción graduada de la trampa, en centímetros cúbicos.

V = Volumen de la muestra empleada en la determinación, en centímetros cúbicos.

C. Determinación de las Propiedades Físicas del Aceite Esencial.

C.1. Determinación de la Densidad Relativa (NTP 319.081).

Densidad relativa a 20 °C. Para ello se utilizará un picnómetro limpio y seco de 1ml de capacidad, se pesará vacío en una balanza balanza analítica, seguidamente se llenará con 1 ml de aceite esencial, y se limpiará el exceso de muestra. Luego se pesará el conjunto y por diferencia de pesos se determinará la densidad relativa del aceite esencial empleando la siguiente formula.

$$Densidad_{\ p}\left(\frac{g}{ml}\right) = \frac{[(Peso\ del\ picnómetro + muestra) - (Peso\ del\ picnómetro)]\ (g)}{Volumen\ del\ aceite\ esencial\ (ml)}$$

C.2. Determinación del índice de refracción (NTP 319.075).

La prueba se realizó utilizando un refractómetro, con la ayuda de un capilar se depositó dos gotas de aceite esencial, sobre el prisma del refractómetro y se procedió con la lectura a 20 °C.

C.3. Solubilidad en etanol 70% (NTP 319.077)

En un tubo de ensayo de 1.5 ml se adicionó 100 µl de etanol al 70% y 2 µl del aceite esencial, mezcla se homogenizó en un agitador vortex durante 5 min a 20 rpm.

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS.

Para la comparación de los promedios de los rendimientos del aceite esencial se aplicó un análisis de varianza de dos factores ($ANVA_2$) (factorial 2 x 2)

Tabla 4. Tratamientos de datos

RENDIMEINTO			
ZONA 1		**ZONA 2**	
TIEMPO	**REPETICIONES**	**TIEMPO**	**REPETICIONES**
60 min.	4	60 min.	4
80 min.	4	80 min.	4

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO DE LAS HOJAS DE *Cinnamomum zeylanicum* (CANELA) EN LA OBTENCION DE ACEITE ESENCIAL POR ARRASTRE DE VAPOR Y PROCEDENTES DE DOS ZONAS.

En la tabla 5 y figura 1 se aprecian el rendimiento de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) en la obtención de aceite esencial por arrastre de vapor con dos tiempos de arrastre por vapor y procedentes de dos zonas de Ucayali.

Tabla 5: Rendimiento del aceite esencial en las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela)

Repetición	Km. 10 CFB		Km. 44 CFB	
	60 min %	80 min %	60 min %	80 min %
1	11.34	16.97	1.85	2.7
2	10.52	18.82	1.85	2.3
3	11.32	15.65	1.85	2.7
4	10.20	15.69	1.85	2.3
Promedio	10.85	16.78	1.85	2.5
S	0.57	1.49	0.00	0.25
CV %	5.3	8.9	0.2	10.2



Figura 1. Rendimiento promedio de las hojas de canela en la extracción de aceite esencial con dos tiempos de arrastre y de dos lugares de procedencias

Para verificar si existe diferencias significativas entre los promedios de rendimiento en la extracción de aceites esenciales de las hojas ***Cinnamomum zeylanicum*** **(canela),** procedentes de dos zonas y con dos tiempos de arrastre, se realizó el análisis de varianza de dos factores (ANVA 2), donde se aprecia que existe una interacción altamente significativa entre los factores zona de procedencia y tiempo de arrastre a vapor (figura 2), lo que le hace imposible de sacar conclusiones claras y precisas del ANVA2 (tabla 6)

Fuente de variación	GL	SC	CM	F_{obs}	F_{tab} α=0.01	Nivel signifi
Entre zonas	1	541.84	541.84	833.60	9.33	---
Entre tiempo de arrastre	1	43.40	43.40	66.76	9.33	---
Interacción zonas x tiempo de arrastre	1	7.96	27.96	43.01	9.33	**
Error	12	7.81	0.65			
Total	15	621.01				

Tabla 6. ANVA2 del rendimiento de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum*** **"**canela" en la extracción de aceite esencial

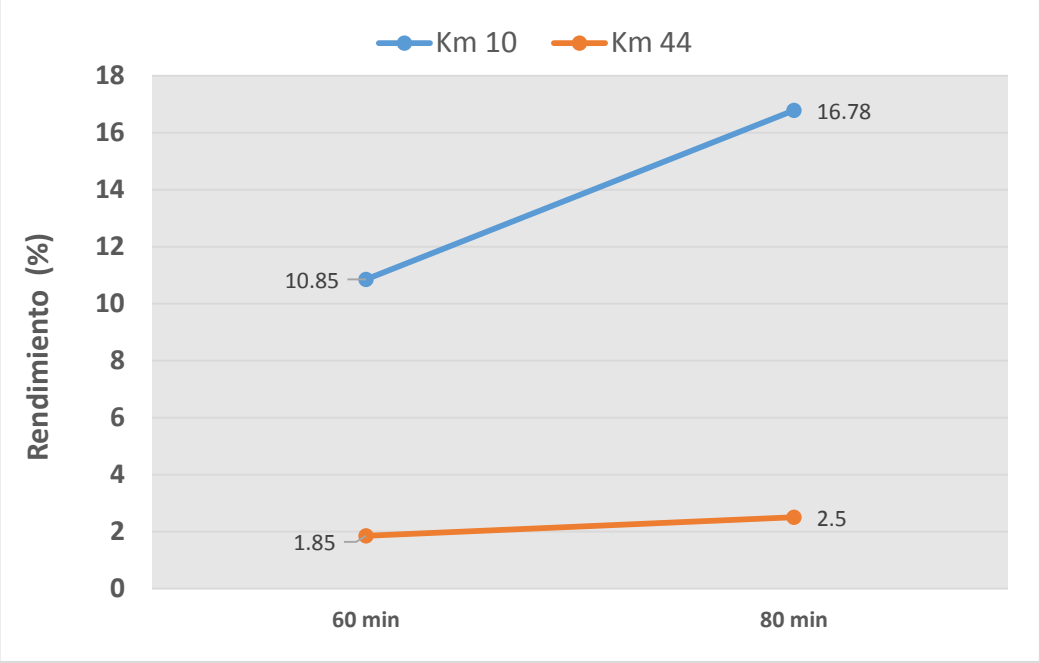


Figura 2. Diagrama de interacción de los factores zona de procedencia y tiempos de arrastre por vapor del aceite esencial

Con la finalidad de resolver la interacción de los factores zona de procedencia y tiempos de arrastre por vapor del aceite esencia, ANVA2 fue desdoblada en dos pruebas de dos medias de muestra independientes, agrupados por zona de procedencia, cuyos resultados se aprecia en la tabla 6.

Tabla 7. Prueba de dos medias de muestras independientes del rendimiento de las hojas de canela en la extracción de aceite esencial en función al tiempo de arrastre de vapor

Zona	60 min.	80 min	T_{obs}	T_{tab}		Signif.
				α=0.05	α=0.01	
Km 10	10.85	16.58	7.43	1.943	3.365	**
Km 44	1.85	2.5	0.46	1.943	3.365	NS

En la tabla 07 se aprecia que existe diferencias altamente significativas entre el rendimiento del aceite esencial, entre los dos tiempos de arrastre a vapor, de la muestra procedente del km 10 de la CFB, resultando con mayor rendimiento con 80 minutos de arrastre de vapor (16.58%) y en las muestras procedentes del km 44 de la carretera Federico Basadre, no existe diferencias de rendimiento entre los dos tiempos de arrastre.

Tabla 8. Prueba de dos medias de muestras independientes del rendimiento de las hojas de canela en la extracción de aceite esencial en función a la zona de procedencia del material.

Tiempo	km 10	km 44	T_{obs}	T_{tab}		Signif.
				α=0.05	α=0.01	
60 min.	10.85	1.85	31.28	1.943	3.365	**
80 min.	16.58	2.5	8.99	1.943	3.365	NS

En la tabla 08 se aprecia que existe diferencias altamente significativas entre el rendimiento del aceite esencial, entre las dos zonas de procedencia del material experimental, resultando que, en los dos tiempos de arrastre de vapor, el material del km 10 supera en rendimiento en aceite esencial, al material del km 44 de la CFB.

Si comparamos los resultados de rendimiento del aceite esencial de las hojas ***Cinnamomum zeylanicum*** **"**canela" provenientes del km 10 en los dos tiempos de arrastre supera a los valores mencionado por (Paredes y Quinatoa, 2010) cuyo rendimiento de esencia de una planta e de 1 – 3%, mientras que el rendimiento del material procedente del km 44 de la CFB resulto inferior; estás diferencias se puede atribuir a la época de recolección, lugar de procedencia, contenido de humedad y otros cambios genéticos.

4.2 CALIDAD DE ACEITE ESENCIAL DE CANELA MOENA

Tabla 9. Criterios de calidad del aceite esencial en las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum*** (canela).

Criterios de Calidad	Km. 10 CFB	Km. 44 CFB
Modo de recolección	Hora: se recolecto 7:00 am. Árbol joven de 2.20 m. de alto. Estación: invierno en plena épocas de lluvias.	Hora: se recolecto a las 7:00 am. Árbol adulto de 4.30 m. De alto. Estación: verano en pleno épocas de altas temperatura.
Parte de la Planta	Hojas tiernas jóvenes frescas. (estado fitosanitario)	Hojas desarrolladas maduras. (estado fitosanitario)
Modo de extracción	Temperatura: entre 115°C y 120°C. Tiempo de extracción: el tiempo es de 60 y 80 min. Equipo usado: equipo de arrastre a vapor o extractor de aceites. Método de extracción: Método de destilación por arrastre a vapor.	Temperatura: entre 115°C y 120°C. Tiempo de extracción: el tiempo es de 60 y 80 min. Equipo usado: equipo de arrastre a vapor o extractor de aceites. Método de extracción: Método de destilación por arrastre a vapor.

la 9. Se tomó en cuenta los criterios principales mencionados por (De León, 2008), que para tener una mejor calidad de aceite esenciales es necesario saber: Primero el modo de recolección en este caso se consideró la hora, madurez del árbol, estación de *Cinnamomum zeylanicum.* Segundo, parte de la planta, en este estudio se utilizaron las hojas viendo fitosanitario de estas y tercero; modo de extracción con los siguientes parámetros como temperatura, tiempo de destilación, método de extracción.

4.3. ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICO DEL ACEITE ESENCIAL

Tabla 10. Algunas propiedades físico – químico del aceite esencial de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum.***

Solubilidad	Km 10 CFB					Km. 44 CFB				
	Nada	Casi Nada	Poco	Regular	Bastante	Nada	Casi Nada	Poco	Regular	Bastante
Agua	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Etanol 70%	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-

En la tabla 10. Se observa que el aceite esencial de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum.* son poco solubles en alcohol al 70% y en agua nada solubles. Esta solubilidad en etanol nos indica la presencia de compuestos oxigenados hidrofílicos, esto quiere decir que este aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* puede ser usado en la industria de perfumería concordando con (Arteaga, 1980).

Tabla 11. Densidad e Índice de Refracción del aceite esencial de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum.***

Lugar de Procedencia	Km 10 CFB	Km 44 CFB
Densidad relativa	0.90 gr/ml	0.82 gr/ml
Índice de Refracción	1.57 min y 1.60 max.	

En la tabla 11. Se obtuvo resultados de la densidad relativa de las dos zonas de procedencia para el Km 10 con una densidad de 0.90 gr/ml y el Km. 44 con una densidad de 0.82 gr/ml, estas densidades son inferiores a la del agua, concordando con (Dolores, 2014). El índice de refracción para ambas zonas está entre un rango de 1.57 como valor mínimo y 1.60 como valor máximo.

Tabla 12. Calidad del aceite esencial de las hojas de ***Cinnamomum zeylanicum.***

EXTRACTIVO	ASPECTO FISICO	COLOR	OLOR	CALIDAD DEL ACEITE
ACEITE DE CANELA	POCO VISCOSO	AMARILLO DORADO	MENTOLADO	FINO

En la tabla 12. Se tiene como evidencia el aspecto físico del aceite que se llegó a tener contacto que es poco viscoso, tiene un color amarillo dorado, olor fuerte mentolado y calidad del aceite fino que se puede aprovechar en industria de los aromatizantes, perfumería etc.

CONCLUSIONES

1. El promedio de rendimiento del aceite obtenido de la especie (*Cinnamomum zeylanicum*) canela, del Km10 CFB con el tiempo de 60 min. es de 10.845% y en 80 min. es de 16.7845%.
2. El promedio de rendimiento del aceite obtenido de la especie (*Cinnamomum zeylanicum*) canela, del Km 44 CFB con el tiempo de 60 min. es de 1.8511% y en 80 min. es de 2.5072%.
3. Las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) provenientes del km 10 es superior a las hojas provenientes del km 44 de CFB. Además, mayor rendimiento se obtiene con 80 minutos de arrastre de vapor
4. El aceite extraído de la especie (*Cinnamomum zeylanicum)* canela es soluble en alcohol al 70%
5. El aceite extraído de la especie *(Cinnamomum zeylanicum)* canela es insoluble en agua.
6. La densidad del aceite extraído de las especies *(Cinnamomum zeylanicum)* canela para el km 10 es de 0.90 g/ml y para el Km. 44. es de 0.82 g/ml.
7. El contenido de humedad del material (hojas) es variable en función al tiempo de recolección y época del año; así como también a la variabilidad del tamaño de las mismas.
8. La temperatura promedio de la destilación en hojas de *Cinnamomum zeylanicum* es de 115 y 120 °C.
9. El tiempo de duración del proceso de destilación para hojas de *Cinnamomum zeylanicum* fue de 60 y 80 min.

RECOMENDACIONES

1. Promover la investigación sobre obtención de aceites esenciales en otras especies forestales, y así poder comparar la calidad y cantidad.
2. Realizar estudios sobre aceites esenciales según la estación del año, parte de la planta y diferentes lugares de procedencia.
3. Realizar estudios sobre aceites esenciales aplicando diferentes métodos de extracción y tiempos de extracción.
4. Las muestras deben lavadas, seleccionadas y cortadas uniformemente en partes muy pequeñas.
5. Tratar de conservar en un lugar fresco hasta 48 horas máximas para no causar pérdidas en la volatilidad del aceite esencial.
6. Para el proceso de decantación en el método de arrastre al vapor se debe esperar como mínimo dos horas para que haga una mejor separación de la muestra.
7. Fomentar el cultivo de especies que se puedan extraer aceites esenciales.
8. Que las autoridades de nuestra casa superior de estudio implementen los laboratorios y así poder apoyar a los tesistas para este tipo de investigaciones que aportan al desarrollo de la universidad, de la sociedad y así aprovechar a las especies no maderables.

BIBLIOGRAFÍA

Arteaga, A. 1980. Estudio comparativo de tres métodos de extracción de aceite esencial de limón sutil (Citrus aurantifolia). Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Lima, PE, UNALM.

Andrea, P. G. (2011). Cursos de aceites esenciales. Bogota.

Argueta Z, Vasquez M. 2005. Aplicación del método Mitscher en la determinación de la actividad antimicrobiana de un preservante natural patentado sobre Staphylococcus aureus, Pseudomona aeruginosa y Candida albicans [Tesis]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia.

Bandoni, A.L. (2002). Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica. Buenos Aires, Argentina: CYTED. Universidad Nacional de la Plata. Recuperado de http://es.scribd.com/doc/7959699/Los-Recursos-Vegetales-Aromaticos-en-AmericaLatina#scribd

Castaño, M. 2012. Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales de clavo (syzygium aromaticum) y canela (cinnamomum verum), sobre la levadura (rhodotorula mucilaginosa) en leche chocolatada. Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co/9149/1/43013611.2012.pdf

Chacon T. (2006) Folia Amazónica; instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

De León, M. (2008). “Comparación del rendimiento del aceite esencial de dos especies de eucalipto (Eucalypto citriodora Hook y Eucalypto camaldulensis Dehnh), aplicando el método de hidrodestilación a nivel de laboratorio”.

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Química. Guatemala.

Dolores, P. L. (2014). Perfil fitoquímico del aceite esencial del fruto de tejocote mexicano. México.

Hinostroza, D y Taquire, A. (1992). Evaluación Cuantitativa y cualitativa de las hojas de Eucalyptus globulus Labill en la producción de aceites esenciales, 88 Comunidad Campesina de Ocopilla. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Huertas, A., et al. (2009) “Evaluación foliar de aceites esenciales de Eucalyptus sp. Susceptibles al daño de Gonipterus scullatus (Coleoptera: Curculionidae)”, Biblioteca de la Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Ch.

Hernández, V. 2005. Comparación de la calidad del aceite esencial crudo de citronela (Cymbopogon winteriana Jowitt) en función de la concentración de geraniol obtenido por medio de extracción por arrastre con vapor y maceración. República de Guatemala.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Estudio del mercado colombiano de aceites esenciales. Biocomercio sostenible. 2003. Disponible en: http:// www.humboldt.org.co\biocomercio.

Izco J. Botánica. 2004.2da Edición. McGraw-Hill S.A. Madrid; 920 p.

Lima M, et al. 2005. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de Cinnamomum zeylanicum Blume (Lauraceae). Acta Amaz.;35(3):363–6.

Medina, C. (2008). Descripción de los métodos para la obtención del aceite esencial del eucalipto (Eucalyptus globulus). Facultad de Ingeniería Química. UNCP.

Monografía para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Tesis de grado. Huancayo, Perú. 68 p.

Ocaña, D. (1983). Determinación del rendimiento de aceite esencial y contenido de cineol de Eucalyptus globulus Labill, en el Callejón de Huaylas.

Ortuño, M. 2006. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Aiyana ediciones. Capítulo 2.

Paredes D. y Quinato F. (2010) “Desarrollo de un Sistema de Extracción de Aceites Esenciales” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Facultad de Mecánica- Escuela de Ingeniería Mecánica. Ec.

Piedra Santa, R. (2007). “Comparación química y de rendimiento del aceite esencial del hojas y Raiz de Valeriana prionophylla Stanll. De dos diferentes localidades de Guatemala”, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Pineda, W. (2005). Comparación del rendimiento y caracterización del aceite esencial crudo de citronela (Cympogon Winterianus), variando el tamaño de muestra y el contenido de humedad aplicando el método de extracción por arrastre con vapor a nivel laboratorio. Tesis inédita. Universidad San Carlos de Guatemala.

Quintero, M., Moreno, S., Crescente, O., Ortiz, S., Composición química y actividad tóxica del aceite esencial de Simsia pubescens Triana. Rev. Ciencia y Tecnol. Amer. 2006; 31: 145-147

Sefidkon, F., Abbasi, K, y Khaniki, G, B. 2006. Influence of drying and extraction methods on ngibre (Zinngiber officinale), Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, 1(1):38 – 42. Universidad Nacional Amazónica del Perú. Perú.

Vasquez, O.; Alva, A.; Marreros J., (2001). “Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (Zingiber oficinales), revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v.1, N°1 p.38-42 Facultad De Ingeniera En Industrias Alimentarias, UNAP, Pe.

Wankat, P.C.1988. Equilibrium Staged Separations. Separations in Chemical yield and chemical composition of the essential oil of Satureja hortensis. Food Chemistry. 99:19-23.

www.herbotecnia.com. (2009). Aplicación en la industria cosmética de los aceites esenciales. (2009-11-06).

ANEXO

Tabla 12. Determinación de contenido de humedad para la zona del Km. 10

Ensayo	Peso del Crisol	Peso Muestra Humedad	Peso del Crisol + Muestra Anhidra	Peso Seco Muestra	Humedad Porcentual %	Promedio
1	25.5600	2.0240	26.2216	0.6616	67.312	67.0016
	23.7981	2.0231	24.4584	0.6603	67.362	
	24.3676	2.0229	25.0487	0.6811	66.331	
2	25.5511	2.0340	26.2115	0.6604	67.532	67.5559
	23.7979	2.0232	24.4490	0.6511	67.818	
	24.3575	2.0228	25.0186	0.6611	67.318	
3	25.5512	2.0241	26.2114	0.6602	67.383	67.1861
	23.7880	2.0232	24.4488	0.6608	67.339	
	24.3778	2.0227	25.0486	0.6708	66.836	
4	24.3677	2.0229	25.0285	0.6608	67.334	67.2419
	25.5413	2.0350	26.2218	0.6805	66.560	
	23.8077	2.0234	24.4586	0.6509	67.831	
					67.246	

Tabla 13. Determinación de contenido de humedad para la zona del Km. 44

Ensayo	Peso del Crisol	Peso Muestra Humedad	Peso del Crisol + Muestra Anhidra	Peso Seco Muestra	Humedad Porcentual %	Promedio
1	24.2315	2.0011	25.9959	1.7644	11.828	12.0785
	25.0240	2.0013	26.7854	1.7614	11.987	
	24.7524	2.0073	26.5104	1.7580	12.420	
2	24.2414	2.0010	25.9970	1.7556	12.264	12.2071
	25.0138	2.0014	26.7761	1.7623	11.947	
	24.7422	2.0071	26.5002	1.7580	12.411	
3	25.0141	2.0010	26.7672	1.7531	12.389	12.0142
	24.2212	2.0009	25.9869	1.7657	11.755	
	24.7220	2.0069	26.4901	1.7681	11.899	
4	24.7419	2.0068	26.5102	1.7683	11.885	11.8549
	24.2010	2.0012	25.9667	1.7657	11.768	
	25.0242	2.0013	26.7871	1.7629	11.912	
					12.039	



Figura 3. Árbol de la especie canela



Figura 4. Muestras hojas de canela



Figura 5. Recolección de la muestra hojas de canela



Figura 6. Corte trozos pequeños de las hojas de canela



Figura 7. Lavado de las hojas de canela



Figura 8. Cernido de agua de las hojas de canela.



Figura 9. Recolectado de la hoja lavada.



Figura 10. Muestra molida para mejor mezcla con la sustancia en método de destilación.



Figura 11. Muestra pesada en partes iguales previo a la introducción al equipo.



Figura 12. Introducción de la muestra pesada al balón de destilación.



Figura 13. Muestra en proceso de destilación



Figura 14. Muestras para la determinación de contenido de humedad.



Figura 15. Muestras para la determinación de contenido de humedad en la estufa.



Figura 16. Equipo de extracción de aceites esenciales.

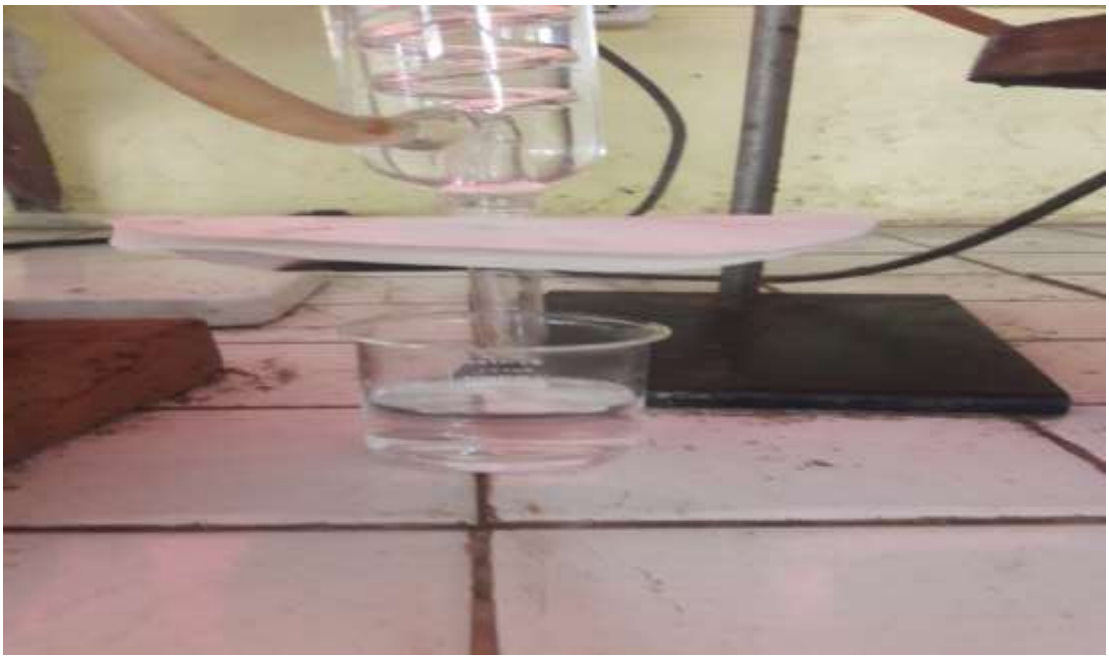


Figura 17. Solución de agua con el aceite.



Figura 18. Decantación de la mescla para la separación del aceite esencial de canela.



Figura 19. Separación de mezclas.



Figura 20. Muestras extraída aceite esencial km.10.



Figura 21. Muestras extraída aceite esencial km.44.



Figura 22. Proceso de solubilidad en agua y alcohol de diferentes muestras de ambas procedencias.



Figura 23. Muestras poco solubles en alcohol a 70%.



Figura 24. Mezcla de aceite y alcohol en el agitador de vortex.



Figura 25. Aceite insoluble al agua.

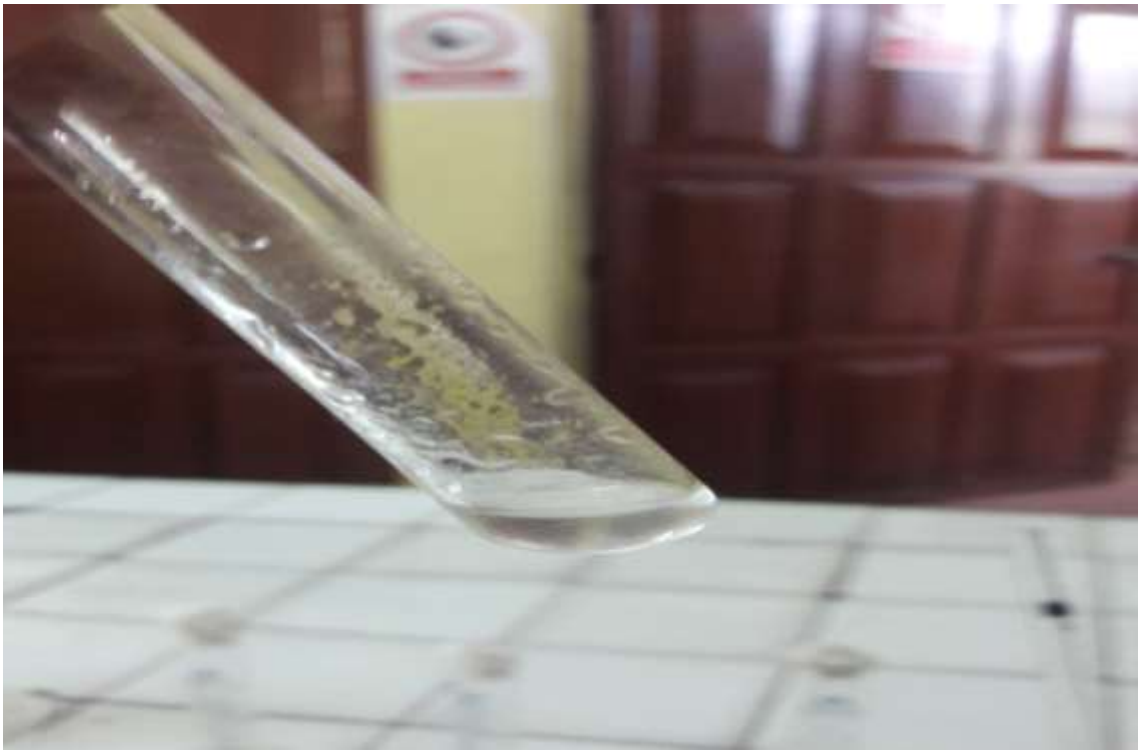


Figura 26. Solubilidad en agua y etanol de ambas procedencias.