



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO SOSTENIBLE
Y ECOLÓGICO DE EXTRACCIÓN POR ARRASTRE A
VAPOR PARA ACEITES ESENCIALES COMERCIALES,
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, Y
ELABORACIÓN DE PERFUMES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

AUTORES:

Bach. GONZALES PEREZ, DEYBI DAMIAN

Bach. RIVERA MEZA, JENNY JANET

ASESOR:

Mg. INOCENTE CAMONES, MIGUEL ANGEL

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A nuestras familias y amigos por todo su apoyo incondicional sobre todo a nuestros padres que son el motor, motivo y guía en nuestras vidas para convertirnos en personas de bien y ahora profesionales.

Años después, sus enseñanzas siguen con nosotros, al presentar nuestra tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la extraordinaria casa de estudios Universidad María Auxiliadora, por abrirnos sus puertas y ayudarnos a seguir cumpliendo nuestros sueños. Un agradecimiento especial al Mg. Inocente Camones, Miguel Ángel, por ser guía y apoyo constante en la culminación del presente trabajo de investigación

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	11
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Enfoque y diseño de la investigación.....	20
2.2. Población, muestra y muestreo.....	20
2.3. Variables de investigación	21
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	21
2.5. Plan metodológico para la recolección de datos.....	22
2.6. Procesamiento del análisis estadístico	27
2.7. Aspectos éticos.....	27
III. RESULTADOS	28
IV. DISCUSIÓN.....	46
4.1. Discusión de resultados.....	46
4.2. Conclusiones	51
4.3. Recomendaciones	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones y capacidades del tanque de extracción.....	28
Tabla 2: Dimensiones y capacidad del condensador	29
Tabla 3: Dimensiones y capacidad del sistema de enfriamiento.....	30
Tabla 4: Dimensiones y capacidad del recolector	30
Tabla 5: Peso teórico en kg de material vegetal requerida para obtener 50 ml de AE	31
Tabla 6: Peso en kilogramos de las muestras vegetales recolectadas	31
Tabla 7: Parámetros de operación del equipo para la extracción de AE.....	32
Tabla 8: Volumen de los AE obtenidos	33
Tabla 9. Peso de los AE obtenidos	35
Tabla 10. Rendimiento de los AE obtenidos de las tres muestras vegetales ...	37
Tabla 11. Análisis organoléptico del AE de <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña).....	37
Tabla 12. Análisis organoléptico del AE de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Romero)	38
Tabla 13. Análisis organoléptico del AE de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto).....	38
Tabla 14. Densidad relativa a 20°C de los AE obtenidos	39
Tabla 15. Índice de refracción del AE obtenidos	39
Tabla 16. Determinacion del pH	40
Tabla 17: Solubilidad del AE, de <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña) en 20 ml de dilución alcohólica conocida	40
Tabla 18. Solubilidad del AE de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (romero) en 20 mL de dilución alcohólica conocida	41
Tabla 19: Solubilidad del AE de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto) en 20 mL de dilución alcohólica conocida	41
Tabla 20. Índice de acidez del AE de obtenidos.....	42

Tabla 21. Determinación del poder rotatorio específico	42
Tabla 22: Porcentaje de aceptabilidad del perfume código PM101 (muña)	42
Tabla 23. Porcentaje de aceptabilidad del perfume código PR101 (romero) ...	43
Tabla 24. Porcentaje de aceptabilidad del perfume código PE101 (eucalipto)	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Volumen de los AE obtenidos	34
Figura 2. Peso de los AE obtenidos	36
Figura 3. Diferencias del porcentaje de aceptabilidad del perfume código PM101 (muña), entre mujeres y hombres	43
Figura 4. Diferencias del porcentaje de aceptabilidad del perfume código PR101 (romero), entre mujeres y hombres	44
Figura 5. Diferencias del porcentaje de aceptabilidad del perfume código PE101 (eucalipto), entre mujeres y hombres	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos	58
ANEXO A 1: Diseño 3D del tanque de extracción del equipo extractor de aceites esenciales	58
ANEXO A 2: Plano corte y rolado de lámina de acero para fabricación del tanque de extracción.	59
ANEXO A 3. Diseño 3D de la tapa hermética cónica con cuello de cisne	60
ANEXO A 4. Plano corte y rolado de lámina de acero para fabricación de la tapa cónica del equipo extractor de aceites esenciales.....	61
ANEXO A 5. Diseño 3D del condensador.....	62
ANEXO A 6. Plano corte y rolado de lámina de acero para fabricación del condensador del equipo extractor de aceites esenciales.	63
ANEXO A 7. Diseño del sistema de enfriamiento	64
ANEXO A 8. Diseño 3D del sistema de calentamiento.....	65
ANEXO A 9. Diseño del depósito recolector para el condensado	66
ANEXO A 10. Imagen del equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales construido en acero inoxidable calidad AISI 304.....	67
ANEXO A 11. Datos de puesta en marcha del equipo extractor de AE por arrastre a vapor.	68
ANEXO A 12. Cálculo de la muestra vegetal requerida a partir de datos teóricos	69
ANEXO A 13. Volumen de los aceites esenciales obtenidos.....	70
ANEXO A 14. Peso (g) de los aceites esenciales obtenidos	71
ANEXO A 15. Cálculo para obtener el rendimiento de los aceites esenciales obtenidos	72
ANEXO A 16. Cálculo para obtener la densidad relativa de los aceites esenciales obtenidos a 20°C	73
ANEXO A 17. Datos prueba de solubilidad de los aceites esenciales obtenidos	75

ANEXO A 18. Cálculo para obtener índice de acidez de los aceites esenciales obtenidos	76
ANEXO A 19. Calculo para obtener el poder rotatorio específico.....	77
ANEXO A 20. Encuesta de la aceptabilidad de los perfumes elaborados	78
ANEXO B: Operacionalización de la variable.....	84
ANEXO C: Constancias de clasificación taxonómica de las muestras vegetales recolectadas.....	85
ANEXO C 1. Constancia de clasificación taxonómica de la muña.....	85
ANEXO C 2. Constancia de clasificación taxonómica del romero	86
ANEXO C 3. Constancia de clasificación taxonómica del eucalipto	87
ANEXO D. Norma Técnica Peruana NTP-ISO 279	88
ANEXO E: Norma Técnica Peruana NTP-ISO 280	93
ANEXO F: Norma Técnica Peruana ITINTEC 319.084	98
ANEXO G: Norma Técnica Peruana NTP 319.085	103
ANEXO H: Norma Técnica Peruana ITINTEC 319.076.....	107
ANEXO I: Ficha de información técnica del aceite esencial de romero.....	112
ANEXO J: Ficha de información técnica del aceite esencial de eucalipto.....	114
ANEXO K: Evidencias fotográficas del trabajo de investigación	116
ANEXO K 1. Diseño 3D del equipo extractor de aceites esenciales con los softwares SketchUp Pro 2019 para el diseño en 3D y el programa Autocad 2020.....	116
ANEXO K 2. Fabricación del equipo de extracción de aceites esenciales sostenible y ecológico por arrastre a vapor	117
ANEXO K 3. Recolección, selección, pesado y limpieza de las muestras vegetales	118
ANEXO K 4. Puesta en marcha del equipo y extracción de los aceites esenciales.....	119
ANEXO K 5. Caracterización de los aceites esenciales obtenidos.....	120
ANEXO K 6. Elaboración de `perfumes con los aceites esenciales obtenidos y encuesta de aceptabilidad	121

RESUMEN

Objetivos: Realizar el diseño y fabricación de un equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para aceites esenciales (AE) comerciales, determinando los parámetros de operación, el tiempo óptimo de extracción, el rendimiento y las características fisicoquímicas de los AE obtenidos, elaboración de perfumes con los AE extraídos y determinar el porcentaje de aceptabilidad por 50 hombres y 50 mujeres entre 18 y 70 años de edad.

Material y método: Se diseñó el equipo extractor con ayuda del software SketchUp y los planos de construcción con AutoCAD, se construyó con acero inoxidable calidad AISI 304, se realizó la puesta en marcha del equipo utilizando plantas de muña, romero y eucalipto detectándose los parámetros de operación midiendo volumen de capacidad, temperaturas, presión, flujos de agua refrigerada y condensado, se determinó el tiempo óptimo de extracción midiendo el volumen de AE en tiempos de 30, 60, 90, 120 minutos, se calculó el rendimiento de los AE. Se realizó la caracterización de los AE como el análisis organoléptico y análisis fisicoquímicos siguiendo las Normas Técnicas Peruanas ya establecidas, se elaboraron perfumes y se determinó el porcentaje de aceptabilidad usando fichas de encuesta.

Resultados: Se obtuvo un equipo de extracción por arrastre a vapor, se comprobó su funcionamiento al extraer AE de muña, romero y eucalipto, los parámetros de operación: Volumen carga de agua de 10 L, carga máxima de material vegetal fresco de 12 kg, temperatura máxima durante el proceso de extracción a 98 °C, una temperatura de salida de vapores hacia el condensador a 96 °C, temperatura ingreso de agua al condensador entre 3°C a 12 °C, temperatura salida de agua del condensador entre 10°C a 24 °C, temperatura salida del condensado entre 10°C a 24 °C, presión de trabajo 1 atm, flujo de agua refrigerada 30 L/min, flujo de salida de condensado entre 14 mL/min a 17 mL/min, poder calórico requerido entre 8850 kcal a 10030 kcal, peso de GLP requerido entre 0.75 Kg a 0.85 Kg, energía eléctrica requerida 0.65 kWh, tiempo total de operación del equipo entre 150 min a 162 min. Tiempo óptimo de extracción de 90 min.

El rendimiento de la extracción de AE de muña, romero y eucalipto son respectivamente 0.24%, 0.37% y 0.71%.

Las características fisicoquímicas obtenidas del AE de muña, romero y eucalipto son respectivamente: Una densidad relativa promedio a 20°C de 0.8497, 0.8114, 0.8404; un índice de refracción promedio 1.4727, 1.4678, 1.4739; un pH promedio de 4.3, 5, 4; solubilidad a partir de una dilución de alcohol al 80%, 80%, 70%; un índice de acidez 0.56, 0.60, 1.12; y un poder rotatorio específico de +3, 45°, -1, 79°, +32, 76°.

Se elaboraron perfumes con los AE, de la encuesta realizada a un 78% de mujeres y a un 68% de hombres les gustó el perfume de muña, a un 62% de mujeres y a un 56% de hombres les gustó el perfume de romero, un 50% de mujeres y a un 88% de hombres les gustó el perfume de eucalipto.

Conclusiones: En conclusión, si fue factible el diseño y fabricación en acero inoxidable de un equipo de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales con característica sostenible y ecológica porque evita el gasto de agua en la etapa de condensado, existiendo parámetros de operación y un tiempo óptimo de extracción, se obtuvo un buen rendimiento de AE, los análisis organolépticos y análisis fisicoquímicos tienen resultados positivos y están dentro del margen de calidad, se pudo elaborar perfumes con los AE obtenidos, en la encuesta realizada hay un alto porcentaje de aceptabilidad.

Palabras clave: extractor, aceites esenciales, ecológico, sostenible, perfumes

ABSTRACT

Objectives: Carry out the design and manufacture of a sustainable and ecological steam extraction equipment for commercial essential oils (EA), determining the operating parameters, the optimal extraction time, the performance and the physicochemical characteristics of the EA obtained, elaboration of perfumes with the extracted EAs and to determine the percentage of acceptability by 50 men and 50 women between 18 and 70 years of age.

Material and method: The extraction equipment was designed with the help of SketchUp software and construction plans with AutoCAD, it was built with AISI 304 quality stainless steel, the equipment was commissioned using muña, rosemary and eucalyptus plants, detecting the parameters of operation measuring volume of capacity, temperatures, pressure, flows of cooled water and condensate, the optimal extraction time was determined by measuring the volume of AE in times of 30, 60, 90, 120 minutes, the performance of the AE was calculated. The characterization of the EA was carried out as the organoleptic analysis and physicochemical analysis following the Peruvian Technical Standards already established, perfumes were elaborated and the acceptability percentage was determined using survey sheets.

Results: A steam extraction equipment was obtained, its operation was verified when extracting AE of muña, rosemary and eucalyptus, the operating parameters: Volume of water load of 10 L, maximum load of fresh plant material of 12 kg, maximum temperature during the extraction process at 98 °C, a temperature of steam outlet to the condenser at 96 °C, water inlet temperature to the condenser between 3°C to 12 °C, condenser outlet water temperature between 10°C to 24 °C, outlet temperature of condensate between 10°C to 24 °C, working pressure 1 atm, chilled water flow 30 L / min, condensate outlet flow between 14 mL / min to 17 mL / min, required caloric power between 8850 kcal to 10030 kcal, weight of LPG required between 0.75 Kg to 0.85 Kg, electrical energy required 0.65 kWh, total operating time of the equipment between 150 min to 162 min. Optimum extraction time of 90 min.

The yield of the extraction of AE from muña, rosemary and eucalyptus are respectively 0.24%, 0.37% and 0.71%.

The physicochemical characteristics obtained from the EA of muña, rosemary and eucalyptus are respectively: An average relative density at 20°C of 0.8497, 0.8114, 0.8404; an average refractive index 1.4727, 1.4678, 1.4739; an average pH of 4.3, 5, 4; solubility from 80%, 80%, 70% alcohol dilution; an acid number 0.56, 0.60, 1.12; and a specific rotary power of +3, 45°, -1, 79°, +32, 76°.

Perfumes were made with EAs, from the survey carried out 78% of women and 68% of men liked muña perfume, 62% of women and 56% of men liked rosemary perfume, a 50% of women and 88% of men liked eucalyptus perfume.

Conclusions: In conclusion, if it was feasible to design and manufacture in stainless steel a steam extraction equipment for commercial AE with sustainable and ecological characteristics because it avoids the expense of water in the condensation stage, existing operating parameters and a optimal extraction time, a good performance of AE was obtained, the organoleptic and physicochemical analyzes have positive results and are within the quality margin, it was possible to produce perfumes with the obtained AE, in the survey carried out there is a high percentage of acceptability.

Keywords: extractor, essential oils, ecological, sustainable, perfumes.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente hay una tendencia en producir productos obtenidos mediante tecnología verde, debido a la degradación del planeta y los recursos naturales, el agua como recurso no renovable es uno de los más importantes y por ello todo medio que ayude a su preservación es de vital importancia, es por ello que se está dando un cambio en investigación e innovación siendo la tecnología verde la de mayor crecimiento en el futuro⁽¹⁾.

Frente a esta tendencia en los últimos años se observa una predisposición especial hacia aquellos productos elaborados con ingredientes naturales, siendo los AE parte de estos productos, demostrándose en el año 2018 en un estudio se analizó 373 productos de cinco marcas de cosméticos teniendo como resultado que 98 de ellos (26.2%), tenían algún tipo de AE, considerando las propiedades relacionadas con su actividad bactericida y fungicida y posiblemente como conservante de los productos, con el fin de evitar el crecimiento de microorganismos⁽²⁾.

En el año 2018 la demanda mundial de AE fue de 226,8 kilotoneladas esperándose que la tasa anual aumente en un 8,6% entre 2019 y 2025. Se estima que en el año 2024 las ventas de AE pase los USD 13 mil millones en el mercado mundial según el último informe de Global Market Insights, Inc ⁽³⁾.

Nuestro Perú considerado como el tercer país más diverso del mundo, que tiene 84 de las 117 zonas de vida en el mundo y 4.400 especies de plantas nativas viene experimentando un crecimiento en el biocomercio registrando ingresos superiores a los 100 millones de dólares al año puntualmente en el mercado de cosmética natural, perfumes y aromaterapia, ocupando el quinto lugar en exportaciones a nivel mundial, por lo tanto existe un mercado potencial que no se está aprovechando, solamente se explota comercialmente 20 especies que representa el 0,45% del total y de estas solo 5 especies son provenientes de la región alto andina, es decir solo el 0.11% ⁽⁴⁾.

Estos AE son ingredientes imprescindibles en la elaboración de perfumes debido a la variedad de sus propiedades, pero principalmente a su agradable olor aumentando el valor de estos productos. La calidad del material vegetal del cual

se obtienen y el método de extracción del cual derivan, constituyen factores importantes que implican la composición de estas mezclas de complejos naturales volátiles.⁽⁵⁾

Entre los métodos de extracción cuyo resultado del propio proceso se obtiene AE mezclados con otros agregados como ceras, pigmentos, extractos, ácidos grasos, entre otros son los de extracción por solventes, por maceración, por prensado y enfleurage considerándose un problema a la hora de separar estos agregados y por necesitar AE limpios. También tenemos métodos que mejoran el rendimiento pero son costosos, hablamos de la extracción por microondas sin uso de disolventes (MWA-SD) y la extracción con fluidos supercríticos (SFE).⁽⁶⁾

El método que durante su proceso usa vapor de agua y se caracteriza por ser el más utilizado además de ser amigo del medio ambiente es la extracción por arrastre de vapor.⁽⁷⁾

Los equipos utilizados para realizar la extracción de AE utilizando este método por arrastre a vapor generalmente se realizan a nivel de laboratorio, usando equipos de vidrio y a escala industrial equipos de acero inoxidable diseñados muchas veces sin tener en cuenta características sostenibles, ecológicas y de costo accesible.⁽⁸⁾

Los AE son mezclas de sustancias de una compleja composición química obtenidas de plantas especialmente las aromáticas que son las que concentran la mayor cantidad de estas esencias, empleándose para ello toda la planta o parte de ella como hojas, flores, frutos o raíces.⁽⁹⁾

Los AE son llamados también constituyentes odoríferos de consistencia aceitosa, líquida e inmiscibles con el agua, químicamente esta formados por la mayoría de monoterpenos, sesquiterpenos y compuestos aromáticos.⁽¹⁰⁾

Los AE se pueden extraer por varios métodos como son: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos, siendo la destilación por arrastre con vapor de agua la más utilizada especialmente para perfumería debido a su alto rendimiento y la pureza del aceite obtenido. ⁽¹¹⁾

El extractor de AE por arrastre a vapor es un equipo constituido de cuatro partes básicas: un generador de vapor, cámara de extracción, condensador y separador florentino. El proceso de extracción se inicia cuando los vapores de agua generados pasan por el lecho del material vegetal que se encuentra en la cámara luego los AE son arrastrados por el vapor de agua hacia el condensador en donde los vapores se condensan. Debido a que el aceite tiene menor densidad y es inmisible en el agua, estos se separan por gravedad en el separador florentino.⁽¹²⁾

De acuerdo con la situación problemática y el marco teórico referencial se dispone de los siguientes antecedentes del estudio a desarrollarse:

Ruiz J. (2019), diseñó una planta de extracción de AE de “*Mentha arvensis L.*” con una capacidad de 1,06 toneladas diarias, analizando las distintas tecnologías de extracción de AE y su implantación a nivel industrial concluyendo que la técnica más eficiente, limpia, de bajo costo y mejor calidad es la destilación de arrastre con vapor.⁽¹³⁾

Bermudo G. (2019), realizó una investigación al extraer AE de eucalipto a partir de hojas llegando a la conclusión que las variables óptimas para la extracción por arrastre a vapor fueron, respectivamente, porcentaje de flujo de vapor de agua al 81.4%, tamaño de partícula 1,25 cm, altura de carga de lecho equivalente a la mitad del diámetro del tanque de extracción y el tiempo óptimo de operación fue de 60 minutos.⁽¹⁴⁾

Paucar M. y Orta F. (2018), diseñaron y construyeron un sistema de enfriamiento para un equipo de extracción de AE por arrastre de vapor para evitar el uso innecesario de agua durante el proceso de extracción, concluyendo que el sistema de enfriamiento más adecuado es un sistema de refrigeración por compresión de vapor.⁽¹⁵⁾

Véliz M. y Gonzales Y. (2017), realizaron una investigación buscando desarrollar procesos rentables para la obtención de productos de alto valor agregado como los AE, usando desechos agroindustriales, concluyendo que el método que genera buenos rendimientos, buena calidad y pureza del aceite obtenido, bajo

costo energéticamente eficiente y no requerir tecnología sofisticada es el método de extracción por arrastre con vapor.⁽¹⁶⁾

Espinoza C. y Cuya C. (2017), realizaron una investigación para corroborar si el método de extracción de arrastre con vapor es el indicado para obtener AE de romero, concluyendo que la extracción de arrastre con vapor es el método recomendable porque el AE obtenido está libre de solventes, el tiempo de extracción es corto y el equipo es fácil de construir y de bajo costo, obteniendo un mayor rendimiento con la muestra cosechada al medio día.⁽¹⁷⁾

Acan F. y Pilataxi J. (2014), diseñaron y construyeron un equipo extractor de AE por arrastre de vapor utilizando muestras de berro, espinaca y zanahoria, obteniendo como resultado un extractor de aceites esenciales con una eficiencia de 93,8% con un rendimiento medio para las materias primas utilizadas de 0,17% en un tiempo óptimo de extracción de 90 minutos.⁽¹⁸⁾

Se justifica el estudio debido a que podría ser factible el diseño y fabricación de un equipo de extracción por arrastre a vapor para AE, debido a que la tecnología que se necesita no es muy sofisticada y el costo de mantenimiento es económico además para poder fabricarla se necesita instalaciones básicas de soldadura y metalmecánica.

Se justifica también por la inclinación del consumidor por productos elaborados con ingredientes naturales lo que conlleva a un interés comercial por los AE en las industrias de alimentos, agricultura, medicamentos, productos de limpieza, cosméticos y del perfume entre otras, debido principalmente a sus propiedades antibacterianas, antivirales, antimicóticas, antioxidantes y aromáticas.

Tomando en cuenta el tema de la problemática ambiental que azota al mundo, el presente estudio tiene un carácter ético porque el uso de este equipo contribuye a evitar el uso innecesario de agua generando un bienestar medioambiental y social.

Es novedoso porque el equipo diseñado presenta un sistema de enfriamiento de flujo de agua en un circuito cerrado entre un depósito de agua refrigerada y el condensador, lo que a diferencia de otros equipos utilizados actualmente para la

extracción de AE por arrastre a vapor el condensador está unido a la red de agua.

Este estudio es relevante porque se evita la pérdida de agua durante el la etapa del condensado, también se obtiene AE de muy buena calidad debido a que la extracción por arrastre a vapor es una extracción limpia a diferencia de otros procesos de extracción, además se pueden elaborar de productos con valores agregados como los perfumes.

El objetivo general de este estudio es realizar el diseño y fabricación de un equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales.

La hipótesis general del presente estudio manifiesta que es posible el diseño y fabricación de un equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Enfoque y diseño de la investigación

Este estudio será de tipo explicativo, puesto que se explicará los resultados que se encuentren a través de procedimientos experimentales. Descriptivo porque se pretende medir y recoger información de manera independiente de las variables. Aplicada, este estudio se llevará a cabo de manera práctica mediante el diseño y la fabricación de un equipo para la extracción de AE, determinándose su eficiencia a través del rendimiento de AE obtenidos, una caracterización de los AE obtenidos, elaboración de perfumes con los AE extraídos y una encuesta de aceptabilidad. Esta investigación por su diseño será experimental.

2.2. Población, muestra y muestreo

En el presente estudio se trabajó con una población de tres especies de plantas frescas (tallos y hojas): *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña), *Rosmarinus officinalis* L. (romero) y *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto), con pesos de 20, 12 y 7 kilogramos respectivamente. También se trabajó con una población de 100 personas para la encuesta de aceptabilidad de los perfumes elaborados.

La muestra corresponde a los AE extraídos de las tres especies vegetales *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña), *Rosmarinus officinalis* L. (romero) y *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto), la otra muestra corresponde a 50 mujeres y 50 hombres.

Criterios de inclusión:

- Tallos y hojas en buen estado de las especies vegetales de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña), *Rosmarinus officinalis* L. (romero) y *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto).
- Personas entre los 18 a 70 años de edad.

Criterios de exclusión:

- Partes vegetativas no aptas para el estudio.
- Personas menores de 18 años de edad.

2.3. Variables de investigación

- **Variable independiente:** Equipo de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor.

Definición conceptual: Equipo innovador de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor, ecológico y sostenible.

Definición operacional: El equipo de extracción de aceites esenciales fue fabricado bajo la concepción de ahorro de energía y sostenibilidad de circulación del agua.

- **Variable dependiente:** Parámetros de calidad y eficiencia del equipo.

Definición conceptual: El equipo de extracción de aceites esenciales fue diseñado y fabricado cumpliendo los parámetros de calidad y eficiencia.

Definición operacional: Los parámetros de calidad y eficiencia del equipo son: parámetros de operación del equipo y tiempo óptimo de extracción, rendimiento de los AE obtenidos, caracterización de los AE obtenidos, la elaboración de perfumes y el porcentaje de aceptabilidad por 50 hombres y 50 mujeres entre 18 y 70 años de edad

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnica de recolección de datos

La manufactura del equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE se desarrolló en las instalaciones de la empresa PROYECTOS GP EIRL. La caracterización fisicoquímica de los AE y la elaboración de los perfumes fueron desarrollados en los laboratorios del Instituto de Investigación Traslacional y Biotransversal Ayru SAC.

Las técnicas a usarse durante la recolección de datos serán de tipo cualitativo y cuantitativo para el diseño y fabricación del equipo, también del tipo analítico empleado en la caracterización de los AE obtenidos, la elaboración de perfumes y aceptabilidad de los mismos.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se aplicaron las siguientes técnicas:

- Diseño de formas 3d en el software SketchUp en su versión 2019.
- Diseño de planos 2d en el software AutoCAD en su versión 2020.
- Extracción por arrastre de vapor.
- Caracterización de los AE extraídos.
- Elaboración de perfumes.
- Encuesta de aceptabilidad.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se elaboraron diseños de formas, planos y fichas para la recolección de datos (Ver ANEXOS A1-A20). Estos instrumentos conforman los puntos de partida para la fabricación del equipo extractor de aceites esenciales, para obtener los parámetros de trabajo del equipo extractor y tiempo óptimo de trabajo; cálculo de la cantidad de muestra vegetal requerida para la extracción; peso, volumen y rendimiento de los aceites esenciales obtenidos; caracterización y encuesta de aceptabilidad de los perfumes elaborados.

2.5. Plan metodológico para la recolección de datos

2.5.1. Diseño y construcción del equipo extractor de AE por arrastre a vapor

Para diseñar el equipo extractor de AE por arrastre a vapor se utilizó como software el programa SketchUp Pro 2019 para el diseño en 3D y el programa Autocad 2021 para realizar los planos de construcción, tomándose como referencia base los equipos ensamblados y usados en los laboratorios. Para la construcción del equipo se utilizó acero inoxidable calidad AISI 304. El equipo diseñado consta de seis partes: tanque de extracción, tapa cónica con cuello de cisne, condensador, sistema de enfriamiento, sistema de calentamiento y recolector de condensado.

2.5.2. Cálculo de la cantidad teórica de muestra vegetal requerida para la extracción de AE.

Se calculó la muestra vegetal en kilogramos para la extracción de aceites esenciales partiendo de la cantidad de aceite esencial requerido, se asumió un

volumen de 50 ml de aceite esencial para cada muestra vegetal considerando el rendimiento y densidades obtenidos en otros estudios realizados (ver anexo A12).

- Para *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña) se consideró el rendimiento de 0,19 % y una densidad relativa de $0,9189 \frac{g}{ml}$ ⁽¹⁹⁾
- Para *Rosmarinus officinalis* L. (Romero) se consideró el rendimiento de 0,37 % y una densidad relativa de $0,87 \frac{g}{ml}$ ⁽²⁰⁾
- Para *Eucalyptus globulus* Labill (Eucalipto) se consideró el rendimiento de 0,6 % y una densidad relativa de $0,921 \frac{g}{ml}$ ⁽²¹⁾

2.5.3. Recolección de las tres muestras vegetales.

Las muestras vegetales fueron recolectadas, entre las seis y ocho de la mañana, la primera muestra, conformada de ramas y hojas frescas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña) proveniente del distrito de Comas, provincia Concepción, departamento Junín a una altitud de 3130.00 msnm, latitud -11,71651, La segunda muestra, conformada de ramas y hojas frescas de *Rosmarinus officinalis* L. (romero) proveniente del distrito de Aco, provincia Concepción, departamento Junín a una altura de 3438 msnm, latitud -11,96045 y longitud -75,366957 y la tercera muestra de ramas y hojas frescas *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto) proveniente del distrito de San Jerónimo de Tunán, provincia de Huancayo, departamento Junín a una altitud de 3246.66 msnm, latitud -11,95708, longitud -75,27657; y longitud de -75,10091.

Todas las muestras fueron cuidadosamente conservadas en condiciones óptimas para luego ser seleccionadas considerando las partes vegetales necesarias, para después ser lavadas y desinfectadas hasta su utilización para la elaboración del aceite esencial.

Se envió una muestra de cada planta al herbario San Marcos del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para solicitar la clasificación taxonómica. (ver ANEXO B)

2.5.4. Puesta en marcha y determinación de las condiciones de operación para la extracción de los AE con el equipo extractor de AE por arrastre a vapor.

Se realizó una prueba de puesta en marcha del equipo solamente con agua y sin muestra vegetal para poner a prueba el funcionamiento del equipo, tomándose datos de temperatura al inicio del proceso, temperatura durante el proceso, temperatura de salida de vapores, temperatura ingreso de agua al condensador, temperatura de salida de agua del condensador, temperatura del condensado, presión de trabajo, volumen de carga de agua, peso material vegetal máximo. proceso de extracción se inicia con la carga de agua destilada, luego se coloca la muestra vegetal sobre la malla circular del mismo tanque, después se coloca la tapa verificando que quede herméticamente cerrado ajustando los cuatro seguros abatibles; luego se fija el condensador al tanque de extracción y se ensambla el condensador con la unión universal que presenta el cuello de cisne verificándose que todas las uniones queden herméticamente cerradas.

Se enciende la bomba de agua y se verifica la circulación constante de agua refrigerada entre el condensador y la congeladora.

Se enciende el quemador industrial, abriendo la llave de flujo de gas, se realiza el conteo del tiempo hasta que cae la primera gota de condensado y luego se separa el condensado en periodos de 30, 60,90 Y 120 minutos durante cada extracción.

La separación de la mezcla aceite/agua se realizó con una pera de decantación por diferencia de densidades, y el aceite extraído se almacenó en botellas de color ámbar de 30 ml para su posterior caracterización.

2.5.5. Rendimiento de los aceites esenciales

Se determinará el rendimiento de los aceites esenciales extraídos (% p/p) utilizando la siguiente ecuación.⁽²²⁾

Ecuación: Rendimiento de los aceites esenciales

$$P = \frac{M_1}{M_2} \times 100$$

Donde:

P : Porcentaje de rendimiento de la extracción.

M_1 : masa final de aceite esencial.

M_2 : masa inicial de follaje

100 = factor matemático.

2.5.6. Caracterización de los aceites esenciales

2.5.6.1 Características organolépticas.

Se determina el color, sabor, olor y apariencia de los aceites extraídos a través de un análisis sensorial.

2.5.6.2 Determinación de la Densidad relativa a 20°C.

La densidad relativa es la relación entre la masa de un volumen dado de aceite a 20 °C y la masa de un volumen igual de agua destilada a 20 °C.⁽²³⁾

Para obtener la densidad relativa a 20°C se realiza lo indicado en la Norma Técnica Peruana ISO-279 y aplicando la siguiente ecuación (ver ANEXO C).

2.5.6.3 Determinación del pH

La determinación del pH en los AE es muy importante porque se verificará el nivel de acidez o alcalinidad que puede ser de 0-6 ácido, neutro o de 8-14 básico. Esta determinación se realiza mediante el uso de tiras reactivas de pH. Se introduce la tira reactiva en una muestra de aceite colocada previamente en el tubo de ensayo y se obtiene el valor por comparación con la tabla de colores prevista en el kit de prueba.⁽²⁴⁾

2.5.6.4 Determinación del índice de refracción

El índice de refracción es la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción, cuando un rayo de luz de longitudes de onda definidas pasa desde el aire hacia el aceite esencial conservado a temperatura constante.⁽²⁵⁾

La determinación se realizó según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 280. (ver ANEXO D)

2.5.6.5 Determinación de la solubilidad en etanol

El principio de este método se basa comprobar a una temperatura de 20°C la solubilidad del AE en una solución acuosa de etanol de concentración adecuada y conocida y se observa el grado de solubilidad.⁽²⁶⁾

La determinación de solubilidad se obtuvo según lo indicado en la Norma Técnica Peruana INTINTEC 319.084. (ver ANEXO E)

2.5.6.6 Determinación del índice de acidez

El índice de acidez es la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio, necesario para neutralizar los ácidos libres contenidos en 1 g de aceite esencial.⁽²⁷⁾

Para su determinación se realizó lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 319.085.(ver ANEXO F)

2.5.6.7 Determinación del poder rotatorio específico.

La determinación del poder rotatorio se aplica sobre el aceite esencial diluido en un solvente. Se determina por la medida de la rotación del plano de polarización de la luz, a una longitud de onda definida, al atravesar un espesor determinado de aceite esencial. La longitud de onda es generalmente aquella correspondiente a la línea D del sodio.⁽²⁸⁾

La determinación esta descrita en la Norma Técnica Peruana N° 319.076:1974 (ver ANEXO G)

2.5.7. Elaboración de perfumes y aceptabilidad

Para la elaboración de perfumes se utilizó alcohol tridestilado al 96%, también llamado alcohol etílico desnaturalizado al 96%, un fijador para perfumes llamado PoliPropilenglicol o PPG, para evitar sarpullidos cutáneos en personas de piel sensible, para evitar la evaporación del alcohol y para darle consistencia al producto final, y los AE extraídos. Se diluye 30ml del fijador por cada litro de alcohol tridestilado al 96% para así obtener el alcohol de perfumería. Para obtener 100 mL de perfume agregar 10 mL de AE y 90 de alcohol de perfumería, luego se envasa en frascos ámbar y se almacena en un lugar fresco y oscuro por 30 días.⁽²⁹⁾ Se realizó una encuesta de aceptabilidad de los perfumes elaborados a 50 hombres y 50 mujeres entre los 18 a 70 años de edad.

2.6. Procesamiento del análisis estadístico

Los datos serán analizados mediante estadística descriptiva e inferencial utilizándose para ello el Software Microsoft Excel Versión 2019 para obtener los resultados de acuerdo a los objetivos del estudio.

2.7. Aspectos éticos.

Se consideraron todos los aspectos éticos para cumplir con la correcta viabilidad antes, durante y después del desarrollo de nuestro trabajo de investigación. Estos aspectos como lo son recursos humanos, entornos, equipamiento, reactivos, diseño y fabricación, recolección de muestras vegetales, caracterización, procedimientos e informes de las pruebas, todo englobado en el cumplimiento de las normas, buenas prácticas de laboratorio y manufactura siempre bajo el concepto de la autonomía y la no maleficencia.

III. RESULTADOS

3.1. Del diseño y fabricación del equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales

3.1.1 Diseño 3D y fabricación del tanque de extracción

Se diseñó el tanque de extracción basándose en una forma cilíndrica con fondo sellado, dividido en dos compartimentos el primero para colocar la muestra vegetal y el segundo en donde se deposita el agua destilada, una plataforma circular con asa fabricada con malla de acero sirve de división interna, el tanque también tiene un medidor de temperatura, un medidor de presión, un caño de limpieza en la base y cuatro seguros abatibles, que sirven para unir la tapa cónica. Se manufacturó con láminas de acero calidad AISI 304 de 2 mm de espesor (ver ANEXOS A1, A2).

Tabla 1. Dimensiones y capacidades del tanque de extracción

Partes del tanque de extracción	Dimensiones	Capacidad
Compartimento para carga de agua	Altura = 0,3 m Diámetro exterior =0,504 m Diámetro interior = 0,5 m	58.875 L
Compartimento para carga del material vegetal.	Altura = 0,5 m Diámetro exterior =0,504 mm Diámetro interior = 0,5 mm	98.125 L

3.1.2 Diseño 3D y fabricación de la tapa hermética cónica con cuello de cisne

El diseño de la tapa se realizó de forma cónica para facilitar el flujo de arrastre de vapor, así mismo se extiende en un conducto que tiene la forma de cuello de cisne y que en su extremo final presenta una unión universal que sirve para unirse al condensador, también tiene cuatro de barra de apoyo para los seguros abatibles y una barra de silicona de alta temperatura por todo en contorno dentro de un canal en la cara interna de la tapa para asegurar el cerrado hermético.

También su manufactura fue con láminas y tubos de acero calidad AISI 304 de 2 mm de espesor (ver ANEXOS A3, A4).

3.1.3 Diseño 3D y fabricación del condensador

Se diseñó un condensador de forma cilíndrica con dos tapas semi esféricas (superior e inferior), cuyo interior es atravesado por un tubo de acero delgado en forma de un serpentín , éste presenta en un extremo una unión universal para unirse al cuello de cisne de la tapa y por el otro extremo el final del serpentín de corte sesgado para la salida del condensado, también se observa se puede ver que el tanque presenta una unión universal en su parte posterior e inferior para el ingreso de agua y otra unión universal en su parte frontal y superior para la salida de agua , el tanque presenta también dos ganchos de fijación en forma de L , la fabricación fue con lamina y tubos de acero calidad AISI 304 de 2 mm de espesor, (ver ANEXOS A5, A6).

Tabla 2: Dimensiones y capacidad del condensador

Dimensiones	Capacidad
Altura = 0,54 m Diámetro exterior =0,156 m Diámetro interior = 0,15 m	9.54 L

3.1.4 Diseño 3D y fabricación del sistema de enfriamiento

Se diseñó y fabricó un sistema de enfriamiento basado en un congelador cuya parte interna esta revestida con plástico líquido solidificado, complementado de una bomba de agua, tuberías de PVC y mangueras de alta presión que conforman los conductos de salida y retorno de agua, y un tablero eléctrico para el encendido y apagado de la congeladora y de la bomba. Este sistema es de circuito cerrado evitando la perdida de agua durante el enfriamiento del condensador (ver ANEXO A7).

Tabla 3: Dimensiones y capacidad del sistema de enfriamiento

Dimensiones	Capacidad
Alto = 0,68m Ancho =0,49 m Largo = 0,62 m	206.5840 L

3.1.5 Diseño 3D y fabricación del sistema de calentamiento.

Se diseñó y fabricó un sistema de calentamiento constituido por un soporte de cuatro patas en donde se instala el quemador industrial. Un balón de gas conectado a una válvula que permite unirse al quemador a través de una manguera de alta presión. El quemador presenta una llave para controlar la cantidad de salida de gas (ver ANEXO A8).

3.1.6 Diseño 3D y fabricación del recolector de condensado.

El diseño y fabricó un recolector para el condensado tuvo como modelo un frasco de vidrio borosilicato y una tapa hecha de silicona que presenta una cavidad a medida por donde ingresa el extremo final o cola del serpentín del condensador (ver ANEXO A9).

Tabla 4: Dimensiones y capacidad del recolector

Dimensiones	Capacidades
Altura = 0,2 Diámetro =0,13	2,65 L

3.1.7 Equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales construido en acero inoxidable y ensamblado

Se puede observar el resultado final de manufactura del equipo ensamblado con todas sus partes, tanque de extracción, tapa, condensador, sistema de enfriamiento, sistema de calentamiento y recolector de condensado (ver anexo A10).

3.2. De la cantidad de muestra vegetal teórica requerida para la extracción de AE.

Tabla 5: Peso teórico en kg de material vegetal requerida para obtener 50 ml de AE

MUESTRA VEGETAL	PESO (kg)
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña)	24.18157
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Romero)	11.75675
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto)	7.675

En la tabla 5, se observa la cantidad de material vegetal en kilogramos de las tres especies vegetales necesarias para la obtención de 50 mL de AE, cálculo realizado a partir de datos teóricos.

3.3. De la recolección de las tres muestras vegetales.

Tabla 6: Peso en kilogramos de las muestras vegetales recolectadas

MUESTRA VEGETAL	PESO (Kg) *	PESO (Kg) **
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña)	20,700	20,00
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (romero)	12,300	12,00
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto)	7,200	7,00

*Peso de la muestra vegetal recolectada

**Peso de la muestra vegetal después de la limpieza y selección

3.4. De las condiciones de operación para el proceso de extracción de los AE

Tabla 7: Parámetros de operación del equipo para la extracción de AE.

Volumen de carga de agua	10 L
Peso máximo de material vegetal	12 kg
Temperatura inicial	Temperatura ambiente (22°C)
Temperatura máxima durante el proceso	98°C
Temperatura ingreso de agua al condensador	3°C - 12°C
Temperatura salida de agua del condensador	10°C - 24°C
Temperatura del condensado	10°C - 24°C
Presión de trabajo	1 atm
Flujo de agua refrigerada	30 L / min
Flujo de salida del condensado	14 mL/min - 17 mL/min
Poder calórico requerido	8850 kcal – 10030 kcal
Peso de GLP requerido	0.75 Kg – 0.85 Kg
Energía eléctrica requerida	0.65 kWh
Tiempo total de operación	150 min - 162 min

3.5. De la cantidad en mL de los AE obtenidos de las tres especies vegetales

Tabla 8: Volumen de los AE obtenidos

MUESTRA VEGETAL	VOLUMEN DE ACEITES ESENCIALES (mL) *								VOLUMEN TOTAL (mL) **
	M101		M102		M103		M104		
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña)	16.00	17.00	8.50	7.50	3.00	2.20	0.00	0.00	54.20
	33.00		16.00		5.20		0.00		
	33.00		16.00		5.20		0.00		
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Romero)	R101		R102		R103		R104		51.80
	35.20		15.60		1.00		0.00		
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto)	E101		E102		E103		E104		57.30
	28.60		20.40		8.30		0.00		

*Volumen de aceites esenciales obtenidos para tiempos de extracción de 30, 60, 90, 120 minutos (mL)

**Volumen total de aceites esenciales obtenidos (mL)

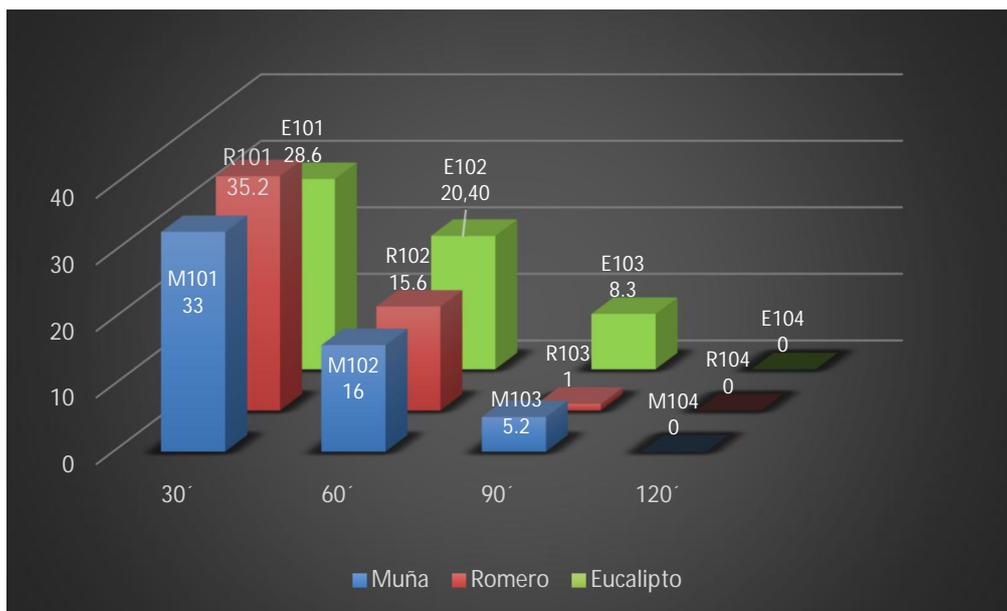


Figura 1. Volumen de los AE obtenidos

En la tabla 8 y la figura 1, se puede observar el volumen obtenido de AE en mL de 33 mL, 16 mL, 5.2 mL y 0 mL en tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente; sumando un total de 54.20 mL para 20 kg de muña.

Asimismo, se obtienen 35.2 mL, 15.6 mL, 51 mL y 0 mL en tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente; sumando un total de 51.80 mL para 12 kg de romero.

De igual manera, se obtienen 28.6 mL, 20.4 mL, 8.3mL, 0mL en tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente; sumando un total de 57.30 mL para 7 kg de romero.

3.6. De la cantidad en gramos de los AE obtenidos de las tres especies vegetales.

Tabla 9. Peso de los AE obtenidos

MUESTRA VEGETAL	PESO MUESTRA (Kg)	PESO DE ACEITES ESENCIALES (g)				PESO TOTAL DE AE (g)
		M101	M102	M103	M104	
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña)	20	M101	M102	M103	M104	47.47
		28.81	14.06	4.60	0.00	
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Romero)	12	R101	R102	R103	R104	44.18
		29.40	13.88	0.90	0.00	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto)	7	E101	E102	E103	E104	49.57
		24.90	17.59	7.08	0.00	

*Peso de la muestra vegetal (kg)

**Peso de aceites esenciales obtenidos para tiempos de extracción de 30, 60, 90, 120 minutos (g)

***Peso total de aceites esenciales obtenidos (g)

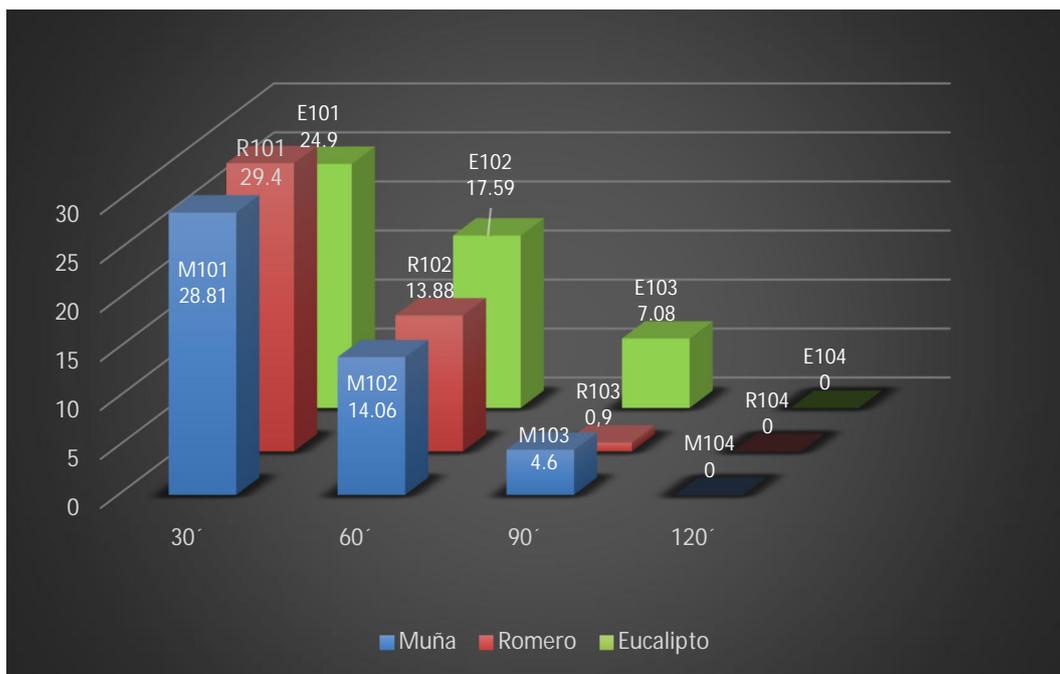


Figura 2. Peso de los AE obtenidos

En la tabla 9 y la figura 2 se puede observar el peso obtenido de AE de 28.81 g, 14.06 g, 4.6 g y 0 g en tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente; sumando un total de 47.47 g para 20 kg de muña.

Asimismo, se obtienen 29.4 g, 13.88 g, 0.9 g y 0 g en tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente; sumando un total de 44.18 g para 12 kg de romero.

De igual manera, se obtienen 24.9 g, 17.59 g, 7,08 g y 0 g en tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente; sumando un total de 49.57 g para 7 kg de eucalipto.

3.7. Del rendimiento de los AE obtenidos

Tabla 10. Rendimiento de los AE obtenidos de las tres muestras vegetales

MUESTRA VEGETAL	RENDIMIENTO TOTAL DE ACEITES ESENCIALES OBTENIDOS (%)
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña)	0.24
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Romero)	0.37
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto)	0.71

En la tabla 10, se puede observar los rendimientos de los AE obtenidos; para la muña un rendimiento de 0.24 %, para el romero 0.37% y para el eucalipto 0.71 %.

3.8. De la caracterización de los AE obtenidos

Tabla 11. Análisis organoléptico del AE de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña).

Aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb (muña)				
Características organolépticas	Antecedente	M101	M102	M103
Olor	Agradable (parecido al mentol)	Muy aromático agradable olor a mentol	Aromático agradable olor a mentol	Aromático agradable olor a mentol
Color	Ligeramente verde amarillento	Ligeramente verde amarillento	Ligeramente amarillo	incoloro
Sabor	Picante	Picante-fresco no persistente	Picante-fresco no persistente	Picante-fresco no persistente
Apariencia	Líquido fluido y transparente	Líquido fluido	Líquido fluido	Líquido fluido

Tabla 12. Análisis organoléptico del AE de *Rosmarinus officinalis* L. (Romero)

Aceite esencial de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Romero)				
Características organolépticas	Antecedente	R 101	R102	R 103
Olor	Fuerte	Muy aromático agradable olor a alcanfor	Aromático agradable olor a alcanfor	Aromático agradable olor a alcanfor
Color	Ligeramente amarillo	Ligeramente amarillo	Amarillo leve casi transparente	incoloro
Sabor	Característico	Amargo y ligeramente picante	Amargo y ligeramente picante	Amargo y ligeramente picante
Apariencia	Líquido oleoso transparente	Líquido fluido	Líquido fluido	Líquido fluido

Tabla 13. Análisis organoléptico del AE de *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto).

Aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill (eucalipto)				
Características organolépticas	Antecedente	E 101	E 102	E 103
Olor	Característico	Fuerte, fresco alcanforado mentolado	Fresco alcanforado mentolado	Fresco alcanforado mentolado
Color	Amarillo claro a incoloro	Incoloro	Amarillo leve	Amarillo
Sabor	Característico	Amargo	Amargo	Amargo
Apariencia	Líquido homogéneo limpio	Líquido fluido	Líquido fluido	Líquido fluido

Tabla 14. Densidad relativa a 20°C de los AE obtenidos

Código de aceite esencial	Densidad relativa	Densidad relativa promedio
M101	0.8468	0.8497
M102	0.8526	
R101	0.8099	0.8114
R102	0.8128	
E101	0.8448	0.8405
E102	0.8361	

Tabla 15. Índice de refracción del AE obtenidos

Código de aceite esencial	Índice de refracción	Índice de refracción promedio
M101	1.4726	1.4727
M102	1.4727	
M103	1.4729	
R101	1.4666	1.4678
R102	1.4678	
R103	1.4691	
E101	1.4740	1.4739
E102	1.4776	
E103	1.4700	

Tabla 16. Determinación del pH

Código de aceite esencial	pH	pH promedio
M101	4	4.3
M102	4	
M 103	5	
R101	4	5
R102	5	
R 103	6	
E101	4	4
E102	4	
E 103	4	

Tabla 17: Solubilidad del AE, de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb (muña) en 20 ml de dilución alcohólica conocida

Código de aceite esencial	Concentración de alcohol	solubilidad	Volumen (mL) de OH necesarios
M101	80%	Soluble	12
	85%	Soluble	2.5
	90%	Soluble	1
	95%	Soluble	inmediatamente

Tabla 18. Solubilidad del AE de *Rosmarinus officinalis* L. (romero) en 20 mL de dilución alcohólica conocida

Código de aceite esencial	Concentración de alcohol	solubilidad	Volumen (mL) de OH necesarios
R101	80%	Soluble	19.8
	85%	Soluble	11
	90%	Soluble	7
	95%	Soluble	inmediatamente

Tabla 19: Solubilidad del AE de *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto) en 20 mL de dilución alcohólica conocida

Código de aceite esencial	Concentración de alcohol	solubilidad	Volumen (mL) de OH necesarios
E101	70%	Soluble	19
	75%	Soluble	8
	80%	Soluble	1.5
	85%	Soluble	0.8
	90%	Soluble	0.4
	95%	Soluble	inmediatamente

Tabla 20. Índice de acidez del AE de obtenidos

Código del AE	Índice de Acidez
M101	0.56
R101	0.70
E101	1.12

Tabla 21. Determinación del poder rotatorio específico

Código del AE	Poder rotatorio específico
M101	+3, 45°
R101	-1, 79°
E101	+32, 76°

3.9. De la encuesta de aceptabilidad en 50 personas del sexo femenino y masculino entre los 18 a 70 años de edad para los perfumes elaborados con los AE obtenidos

Tabla 22: Porcentaje de aceptabilidad del perfume código PM101 (muña)

ACEPTABILIDAD		MUJERES		HOMBRES	
		Nº	%	Nº	%
Me gusta	mucho	9	18%	5	10%
	moderado	22	44%	19	38%
	poco	8	16%	10	20%
No me gusta	mucho	4	8%	5	10%
	moderado	5	10%	3	6%
	poco	2	4%	3	6%
No me gusta ni me disgusta		0	0%	5	10%
TOTAL		50	100%	50	100%



Figura 3. Diferencias del porcentaje de aceptabilidad del perfume código PM101 (muña), entre mujeres y hombres

Tabla 23. Porcentaje de aceptabilidad del perfume código PR101 (romero)

ACEPTABILIDAD		MUJERES		HOMBRES	
		Nº	%	Nº	%
Me gusta	mucho	12	24%	3	6%
	moderado	12	24%	12	24%
	poco	7	14%	13	26%
No me gusta	mucho	9	18%	7	14%
	moderado	6	12%	5	10%
	poco	2	4%	6	12%
No me gusta ni me disgusta		2	4%	4	8%
TOTAL		50	100%	50	100%

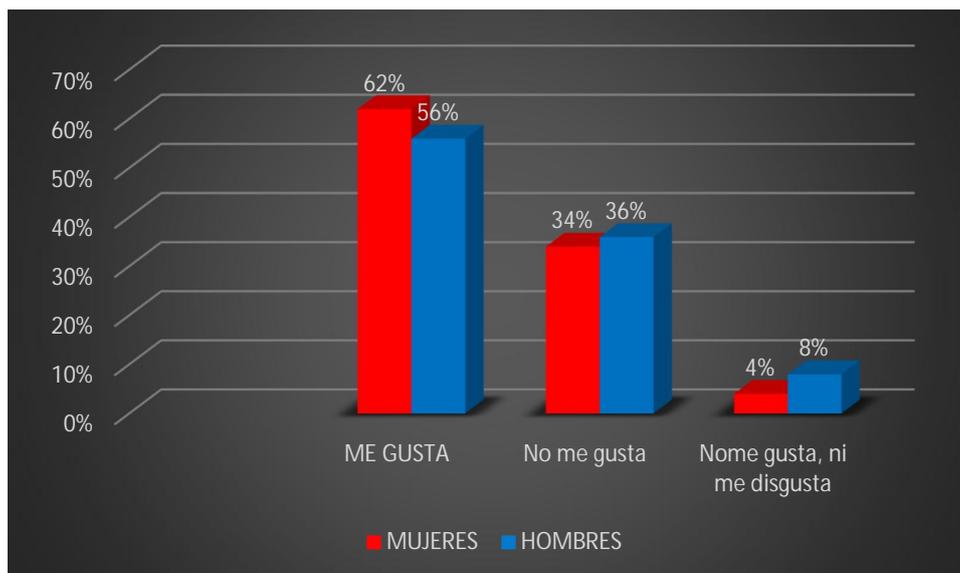


Figura 4. Diferencias del porcentaje de aceptabilidad del perfume código PR101 (romero), entre mujeres y hombres

Tabla 24. Porcentaje de aceptabilidad del perfume código PE101 (eucalipto)

ACEPTABILIDAD		MUJERES		HOMBRES	
		Nº	%	Nº	%
Me gusta	mucho	11	22%	24	48%
	moderado	8	16%	16	32%
	poco	6	12%	4	8%
No me gusta	mucho	11	22%	0	0%
	moderado	7	14%	3	6%
	poco	3	6%	1	2%
No me gusta ni me disgusta		4	8%	2	4%
TOTAL		50	100%	50	100%



Figura 5. Diferencias del porcentaje de aceptabilidad del perfume código PE101 (eucalipto), entre mujeres y hombres

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de resultados

El presente trabajo de investigación estuvo direccionado a realizar el diseño y la fabricación de un equipo de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales enfocado a ser sostenible y ecológico, para ello se realizó el diseño en 3D con un sistema de enfriamiento constituido por un circuito cerrado de flujo de agua temperada, que evita el gasto en un 100 por ciento de agua en la etapa del condensado que a diferencia de otros equipos de extracción convencionales tienen que estar conectados a una toma de la red de agua la cual se desecha durante el proceso. El equipo está fabricado de acero inoxidable con dos compartimentos el primero para la carga de agua con capacidad de 58.875 L y el segundo compartimento de material vegetal con una capacidad de 98.125 L con una carga máxima de 12 kilos de muestra vegetal fresca (ramas, hojas y flores) y aproximadamente el doble si fuese material vegetal seco.

La prueba de puesta en marcha del equipo indicó los parámetros de operación como se observa en la tabla 7, una temperatura inicial de 22°C, una temperatura máxima durante el proceso de 98°C y la salida de vapores con una caída de temperatura a 96°C debido a la distancia de recorrido a través del conducto de forma de cuello de cisne hacia al condensador, la salida del condensado tuvo un flujo de 16 mL por minuto a la presión de trabajo de una atmósfera sin variación debido a que la generación de vapor de agua y el depósito de la muestra vegetal estaban en un solo tanque con un flujo de vapor constante hacia el condensador. El tiempo de calentamiento del sistema hasta el primer goteo en la prueba fue de 30 minutos debido a que no hubo carga de material vegetal sin embargo se ve un incremento de tiempo promedio de 40 minutos en las posteriores extracciones con carga de material vegetal. Se controló periodos de tiempos después del primer goteo para todas las extracciones con retiro de condensado en cada periodo de 30,60,90 y 120 minutos obteniéndose AE en los tres primeros tiempos y ningún mililitro de AE en el último periodo, lo que nos indicó un tiempo óptimo de extracción de 90 minutos igual al tiempo de extracción óptimo obtenido por Acán F. y Pilataxi J. (2014) quienes diseñaron y fabricaron un equipo extractor de AE.⁽¹⁸⁾

Se extrajo AE de tres muestras vegetales, obteniéndose un 0,24% de rendimiento para el AE de muña que difiere en el resultado obtenido por Cano C. et al (2008) quienes extrajeron AE de muña por arrastre a vapor a partir de plantas frescas, en un equipo del tipo autoclave obteniendo un rendimiento menor de 0.19%⁽¹⁹⁾, también un 0,37% de rendimiento para el AE de romero que es igual al rendimiento obtenido por Ovarés J. (2016) quien extrajo AE de plantas frescas de romero, utilizando un equipo de hidrodestilación ⁽²⁰⁾ y un 0,71% de rendimiento para el AE de eucalipto que difiere de los resultados obtenidos por Días J. et al (2013) quienes extrajeron AE de eucalipto en un equipo extractor por arrastre de vapor con un rendimiento de 0,63%⁽²¹⁾.

La caracterización de los AE obtenidos indican en la tabla 11 las características organolépticas del AE de muña para sus tres muestras de códigos M101, M102, y M103 muy similares a lo obtenido en el trabajo de investigación realizado por Azaña I. (2010) ⁽³⁰⁾, un olor parecido al mentol en las tres muestras, aunque más acentuado en la muestra M101, en cuanto al color hay una notable diferencia entre sus tres muestras siendo verde amarillento para M101, ligeramente Amarillo para M102 y transparente para M103, un sabor picante-fresco no persistente y la apariencia de líquido fluido en sus tres muestras. En la tabla 12 se puede observar las características organolépticas de las tres muestras de AE de romero con códigos R101, R102, y R103 muy parecidas a lo descrito por Valverde Y. y Leonardo J (2011) ⁽³¹⁾, un olor aromático parecido al alcanfor en las tres muestras, aunque es más acentuado en la muestra R101, el color es diferente en las tres muestras siendo ligeramente amarillo para R101, amarillo leve casi transparente para R102 y transparente para R103, un sabor amargo ligeramente picante y una apariencia de líquido fluido para las tres muestras. En la tabla 13 se puede observar las características organolépticas de las tres muestras de AE de eucalipto con códigos E101, E102, y E103 muy similares a las obtenidas por Lipa F (2014) ⁽³²⁾ en su trabajo de investigación, un olor fresco, alcanforado mentolado en las tres muestras, aunque es más acentuado en la muestra E101, una diferencia en el color de las tres muestras siendo transparente para E101, amarillo leve para E102 y amarillo para E103, un sabor amargo y una apariencia líquido fluido en las tres muestras.

La densidad relativa obtenida del AE de muña fue de 0.8468 para la muestra de código M101 y de 0,8526 para la muestra de código M102; para el AE de romero fue de 0.8099 para la muestra de código R101 y de 0,8128 para la muestra de código R102 y para el AE de eucalipto fue de 0.8448 para la muestra de código E101 y de 0,8361 para la muestra de código E102. La literatura científica menciona que valores mayores a 1,00 indican la presencia de terpenos aromáticos, nitrogenados y azufrados; en cambio, valores menores, incluso cercanos a 0,840, atestiguan la presencia de hidrocarburos aromáticos.⁽³³⁾ Esto nos indica los aceites obtenidos son ricos en hidrocarburos aromáticos que le dan su característico aroma.

El índice de refracción obtenido de AE de muña fue respectivamente de 1.4726, 1.4727, y 1.4729 para las muestras de código M101, M102 y M103; para el AE de romero fue respectivamente de 1.4666, 1.4678, y 1.4691 para las muestras de código R101, R102 y R103 y para el AE de eucalipto fue respectivamente de 1.4740, 1.4776, y 1.4700 para las muestras de código E101, E102 y E103. Según Huamani W. (2015) los aceites esenciales que presentan índices de refracción menores de 1.47 poseen un alto porcentaje de hidrocarburos terpénicos o compuestos alifáticos. Por el contrario, un índice de refracción mayor de 1.47, indica la posible presencia de compuestos alifáticos oxigenados en la esencia.⁽³⁴⁾ El índice de refracción está en estrecha relación con la calidad del aceite, a mayor índice de refracción es más puro y por lo tanto de mayor calidad.⁽³⁵⁾ Si comparamos los índices de refracción obtenidos con los índices de refracción que indica las fichas de información técnica de los AE de romero y eucalipto comercializados por el laboratorio farmacéutico acofarma (ver ANEXOS I, J) podemos indicar que los aceites obtenidos tienen calidad comercial.

El pH de AE de muña fue respectivamente de 4, 4 y 5 para las muestras de código M101, M102 y M103; para el AE de romero fue respectivamente de 5, 4 y 5 para las muestras de código R101, R102 y R103 y para el AE de eucalipto fue de 4 para las muestras de código E101, E102 y E103. Se observa aceites obtenidos tienen valores de pH entre 4 y 5 lo que nos indica que son sustancias con bajo contenido de ácido.

Los resultados de la prueba de solubilidad observados en las tablas 17,18 y 19 respectivamente nos indica que 1 mL de AE de muña de código M101 se solubiliza con 12 mL de alcohol al 80%, con 2,5 mL de alcohol al 85%, con 1 mL de alcohol al 90% y la solubilidad es inmediata con alcohol al 95%. Para 1 mL de AE de romero de código R101 se solubiliza con 19.8 mL de alcohol al 80%, con 11 mL de alcohol al 85%, con 7 mL de alcohol al 90% y la solubilidad es inmediata con alcohol al 95%. Para 1 mL de AE de eucalipto de código E101 se solubiliza con 19 mL de alcohol al 70%, con 8 mL de alcohol al 75%, con 1.5 mL de alcohol al 80% , con 0.8 mL de alcohol al 85%, con 0.4 mL de alcohol al 90% y la solubilidad es inmediata con alcohol al 95%. Se puede observar que los AE de muña y romero son solubles a partir de Alcohol al 80% y que su solubilidad va aumentando conforme aumenta la concentración del alcohol y que el volumen de alcohol requerido de dichas concentraciones va disminuyendo hasta que la solubilidad es inmediata, de igual sucede con el AE de eucalipto pero a partir de alcohol al 70 %. En la solubilidad de los aceites esenciales en solventes orgánicos, se emplean normalmente disoluciones de alcohol etílico de elevada graduación alcohólica, comprendidas entre 80 y 96% ⁽³⁶⁾ y según Albaladejo Q. (1999) indica que tanto mayor sea la solubilidad mayor será la riqueza en componentes oxigenados.⁽³⁷⁾

En la tabla 20 se muestra que el AE de muña con código M101 tiene un índice de acidez de 0,56 , el AE de romero con código R101 tiene un índice de acidez de 0,70 y el AE de eucalipto con código E101 tiene un índice de acidez de 1,12. El aceite al entrar en contacto con el aire, humedad, temperatura y tiempo se deteriora y tiene consecuencia directa sobre el contenido de ácidos grasos libres provenientes de la hidrólisis de los glicéridos lo que define al índice de acidez.⁽³⁸⁾ Los resultados obtenidos arrojan valores permitidos para consumo humano, según el Codex 19-1981 (enmienda del 2009,2013 y 2015), debido a que no superan el límite de acidez de 4,0 mg de KOH/g.⁽³⁹⁾

La tabla 21 indica una rotación óptica específica de +3,45° para el AE de muña con código M101, similar al obtenido por Cano (2007)⁽⁴⁰⁾; -1,79° para el AE de romero extraído con código R101 diferente al obtenido por Bonilla et al (2016)⁽⁴¹⁾ que fue de +10,5° y +32,76° para el AE de eucalipto de código E101, valor que

difiere del rango requerido según NTP 319.076 citada por Quispe(2017) que esta entre los valores de -5° a $+10^{\circ}$.⁽⁴²⁾ Según Ochoa et al (2012) estas diferencias de valores entre las muestras aromáticas probablemente estén relacionada a la presencia de componentes mayoritarios.⁽³⁶⁾

En la tabla 22 podemos observar los porcentajes de aceptabilidad sobre el perfume elaborado con AE de muña en donde de un grupo de 50 mujeres entre los 18 y 70 años de edad, el 18% les gusta mucho, el 44 % les gusta moderadamente, un 16% les gusta poco, el 8% no les gusta mucho, el 10% no les gusta moderadamente, el 4% no les gusta poco y un 0% no les gusta ni les disgusta. También de un grupo de 50 hombres entre los 18 y 70 años de edad, el 10% les gusta mucho, el 38% les gusta moderadamente, el 20% les gusta poco, el 10% no les gusta mucho, el 6% no les gusta moderadamente, otro 6% no les gusta poco y un 10% no les gusta ni les disgusta. Podemos observar en el gráfico 3 que hay una mayor aceptabilidad del perfume de muña por parte de las mujeres en un 78% sobre los 68% por parte de los hombres.

En la tabla 23 podemos observar los porcentajes de aceptabilidad sobre el perfume elaborado con AE de romero en donde de un grupo de 50 mujeres entre los 18 y 70 años de edad, el 24% les gusta mucho, otro 24 % les gusta moderadamente, un 14% les gusta poco, el 18% no les gusta mucho, el 12% no les gusta moderadamente, el 4% no les gusta poco y un 4% no les gusta ni les disgusta. También de un grupo de 50 hombres entre los 18 y 70 años de edad, el 6% les gusta mucho, el 24% les gusta moderadamente, el 26% les gusta poco, el 14% no les gusta mucho, el 10% no les gusta moderadamente, el 12% no les gusta poco y un 8% no les gusta ni les disgusta. Podemos observar en el gráfico 4 que hay una mayor aceptabilidad del perfume de romero por parte de las mujeres en un 62% sobre los 56% por parte de los hombres.

En la tabla 24 podemos observar los porcentajes de aceptabilidad sobre el perfume elaborado con AE de eucalipto en donde de un grupo de 50 mujeres entre los 18 y 70 años de edad, el 22% les gusta mucho, otro 16 % les gusta moderadamente, un 12% les gusta poco, el 22% no les gusta mucho, el 14% no les gusta moderadamente, el 6% no les gusta poco y un 8% no les gusta ni les disgusta. También de un grupo de 50 hombres entre los 18 y 70 años de edad,

el 48% les gusta mucho, el 32% les gusta moderadamente, el 8% les gusta poco, el 6% no les gusta moderadamente, el 2% no les gusta poco y un 4% no les gusta ni les disgusta. Podemos observar en el gráfico 4 que hay una mayor aceptabilidad del perfume de eucalipto por parte de los hombres en un 88% sobre los 50% por parte de las mujeres.

4.2. Conclusiones

En conclusión, si fue factible el diseño y fabricación en acero inoxidable de un equipo de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales con característica sostenible y ecológica porque evita el gasto de agua en la etapa de condensado, existiendo parámetros de operación y un tiempo óptimo de extracción siendo éste de 90 min, obtenidos durante el proceso de extracción de AE de muña, romero y eucalipto

Se concluye que el rendimiento obtenido es mucho mayor en los AE de muña y eucalipto y similar en el AE de romero, comparados con los resultados obtenidos en otros estudios.

Se concluye que la caracterización de los AE tiene resultado positivo y está dentro del margen de calidad según trabajos de análisis ya realizados y fichas de información técnica de los AE de romero y eucalipto comercializados por el laboratorio farmacéutico Acofarma.

Se logró elaborar perfumes con los AE obtenidos, en la encuesta realizada hay un alto porcentaje de aceptabilidad, obteniendo las mujeres un porcentaje superior para los perfumes de muña y romero y en caso contrario los hombres obtuvieron un porcentaje mayor para el perfume de eucalipto.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda continuar con más desarrollos alternativos ecológicos y sostenibles aplicados a mejorar la obtención de productos naturales brindando una alternativa para evitar el consumo excesivo de agua.

Los equipos que están diseñados para evitar contaminar el medio ambiente se llaman equipos verdes y deberían ser el objetivo de desarrollo para el futuro y evitar seguir degradando el planeta. Se recomienda automatizar el equipo mejorando su funcionalidad en cada etapa del proceso de extracción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gil HA, Cisneros JM, Dante de Prada J, Plevich JO, Sanchez AR. Tecnologías verdes no reuso de águas residuais urbanas: análise econômica. *Ambient Água* [Internet]. 2013 [citado 24 de octubre de 2020];8(3):118-28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1174>
2. Romero M. Usos Tradicionales Y Actuales De Los Aceites Esenciales [Internet]. [Tesis de Grado]. [Sevilla, España]: Universidad de Sevilla; 2018. Disponible en: https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/82290/TFG_Maria_Romero_Alcedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Hany A. El-Shemy. Essential Oils of Nature [Internet]. United Kingdom: INTECHOPEN LIMITED;c2020 Ene.Capítulo 3,Biological importance of Essentials oils; [citado 24 de octubre de 2020]. 37-47 p. Disponible en: <https://doi.org/10.5772/intechopen.77673>
4. Silva MI. Plan De Negocios Para La Producción Y Comercialización De Aceites Esenciales Naturales En Base a Plantas Nativas De La Región Del Cusco-Perú [Internet]. Tesis de Maestría. [Santiago, Chile]: Universidad de Chile; 2017 [citado 25 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/149015>
5. Sarkic A, Stappen I. Essential Oils and Their Single Compounds in Cosmetics-A Critical Review. *Cosmetics* [Internet]. 2018 [citado 24 de octubre de 2020];5(11):21. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010011>
6. Contreras E, Ruiz J. Estudio comparativo de dos métodos de extracción para el aceite esencial presente en la cáscara de pomelo (*Citrus maxima*). Tesis de Grado. [Cartagena de Indias, Colombia]: Universidad de Cartagena; 2012.
7. Casado I. Optimización de la extracción de Aceites Esenciales por destilación en Corriente de Vapor. Tesis de Grado. [Madrid, España]:

Universidad Politécnica de Madrid; 2018.

8. Chambi W, Ninatanta C. Diseño del extractor multifuncional para aceites esenciales a nivel banco para fines experimentales [Internet]. Tesis de Grado. [Callao, Perú]: Universidad Nacional del Callao; 2014. Disponible en:
http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/374/Williams_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y
9. Ortuño M. Manual practico de aceites esenciales, aromas y perfumes [Internet]. España: AIYANA;c2006; 247 p. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=cW5TsDKqx9wC&oi=fnd&pg=PA5&dq=aceites+esenciales&ots=LoPYPWElmm&sig=-5BZNMEO0LRwZ6ZwcCnbqB4JES4&redir_esc=y#v=onepage&q=aceites+esenciales&f=false
10. Lock O. Investigacion fitoquimica : metodos en el estudio de productos naturales [Internet]. 2.^a ed. Perú: Fondo Editorial Pontificia Universidad Catolica del Peru;c1994; [citado 25 de octubre de 2020]. 24-33 p. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=N36g2QOocXkC&pg=PR9&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false
11. Martínez A. Aceites Esenciales [Internet]. Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia; 2003 [citado 24 de octubre de 2020]. Disponible en:
http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf
12. Armijo J, Vicuña E, Romero y Otiniano P, Condorhuamán C, Hilario B. Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. Rev Per Quím Ing Quím. 2012;15(2):19-27.
13. Ruiz J. Ingeniería Básica de una Planta de Extracción de Aceite Esencial de "Mentha arvensis L." por Destilación de Arrastre con Vapor [Internet]. Tesis de Grado. [Sevilla, España]: Universidad de Sevilla; 2019 [citado 27 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/94165>

14. Bermudo G. PARÁMETROS ÓPTIMOS DE OPERACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) CON EL EQUIPO MODULAR DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Para [Internet]. Tesis de Grado. [Ayacucho, Perú]: Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga; 2019. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3392>
15. Paucar M, Orta F. Diseño y construcción de un sistema de enfriamiento para el equipo de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor. [Internet]. Tesis de Grado. [Riobamba, Ecuador]: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO; 2018. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8655>
16. Véliz M, Gonzales Y. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y SU IMPACTO EN EL MEDIOAMBIENTE. Cienc en su PC [Internet]. 2017 [citado 14 de noviembre de 2020];(4):103-15. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794008>
17. Espinoza C, Cuya C. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ROMERO (*Rosmarinus Officinalis*) PROCEDENTE DEL DISTRITO DE MALA-LIMA [Internet]. Tesis de Grado. [Callao, Perú]: Universidad Nacional del Callao; 2017. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3596>
18. Acán F, Pilataxi J. Diseño y Construcción de un equipo extractor de Aceites Esenciales por arrastre de vapor para Berro, Espinaca, Zanahoria [Internet]. Vol. Bachelor, Tesis de Grado. [Riobamba, Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2014. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3874/1/96T00279UDCTFC.pdf>
19. Cano C, Bonilla P, Roque M, Ruiz J. Actividad antimicótica in vitro y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Mintostachys mollis* (muña). Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2008 [citado 25 de noviembre de 2018];25(3):298-301. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n3/a08v25n3.pdf>

20. Ovares J. Determinación de los rendimientos y caracterización de aceites esenciales obtenidos por hidrodestilación a partir de *Lippia alba* y *Rosmarinus officinalis*. te. [San José, Costa Rica]: Universidad de Costa Rica; 2016.
21. Díaz J, Martínez J. Cantidad y Calidad de aceites esenciales en hojas de cuatro especies del género *Eucalyptus* El Mantaro. Tesis de Grado. [Huancayo, Perú]: Universidad del Centro del Perú; 2013.
22. Perdomo D, Palomares B. Extracción y evaluación de rendimientos de los aceites esenciales del árbol *Aniba Perutilis Hemsley* (Comino) mediante el método de arrastre con vapor. Tesis de Grado. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2015.
23. Norma Técnica Peruana -ISO 279. Aceites esenciales: Determinación de la densidad relativa a 20°C. Método de referencia. 2016;1-5.
24. Ramos E, De la Cruz N. Caracterización Físicoquímica del Aceite de *Cymbopogon Citratus* [Internet]. Tesis de Grado. [Lima, Perú]: María Auxiliadora; 2019. Disponible en: <http://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/UMA/248/14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Norma Técnica Peruana NTP-ISO 280. Aceites esenciales: Determinación del índice de refracción. 2016;1-5.
26. Norma Técnica Peruana NTP 319.084. Aceites esenciales: Determinación de la solubilidad en alcohol. 1974;5.
27. Norma Técnica Peruana NTP319.085. Aceites esenciales: determinación del índice de acidez. 2016;3.
28. Norma Técnica Peruana NTP 319.076. Aceites esenciales: Determinación del poder rotatorio específico y desviación polarimétrica. 1974;5.
29. Química Chemix. Cómo hacer perfumes en casa [Internet]. [citado 3 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://www.quimicachemix.com/novedades/2016/5/4/cmo-hacer->

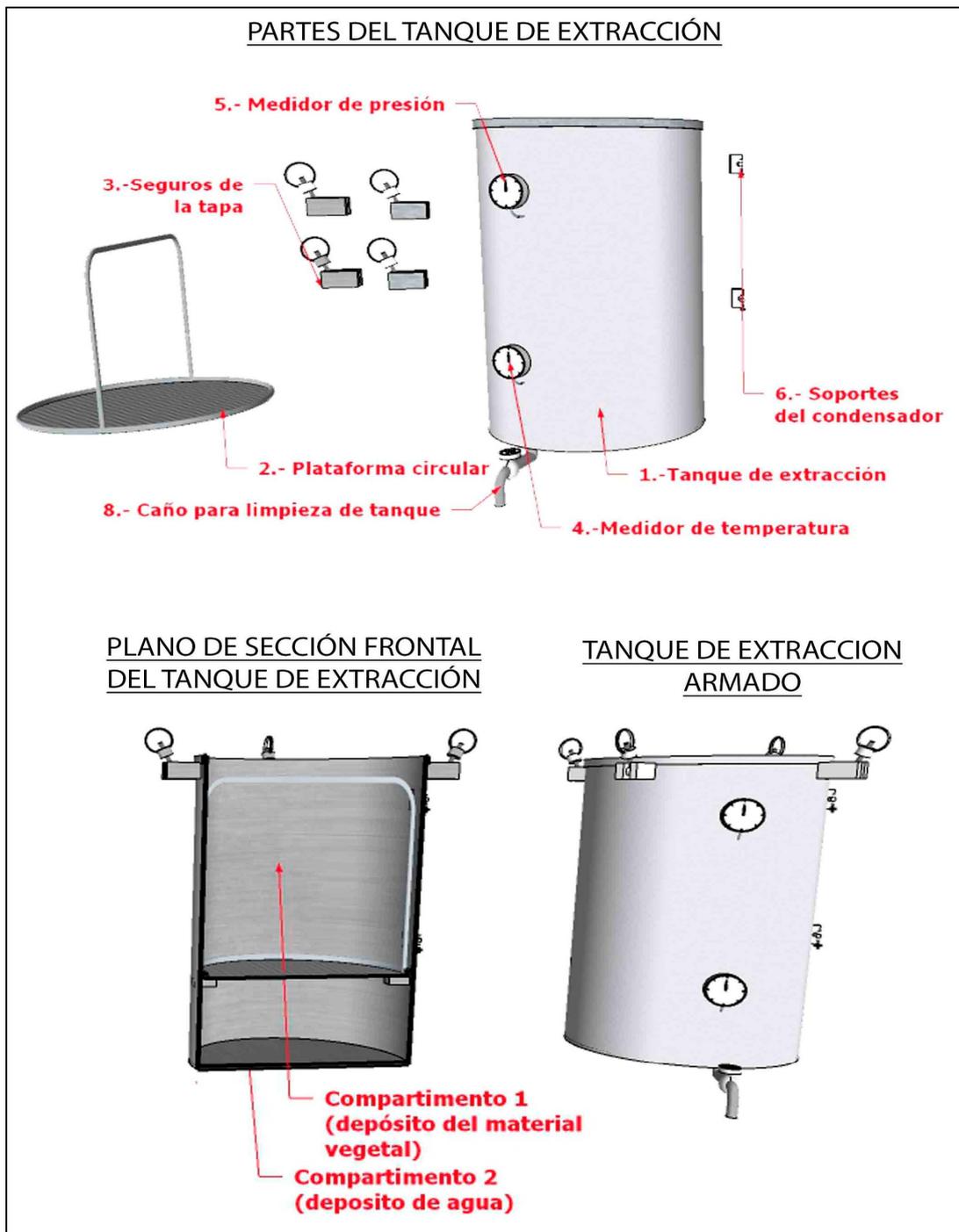
30. Azaña I. Efectividad Antibacteriana in vitro del aceite esencial de *Minthostachys mollis* griseb (muña) sobre bacterias prevalentes en patologías periapicales crónicas de origen endodóntico. Tesis de Grado. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.
31. Valverde Y, Leonardo J. Extracción y caracterización del aceite esencial del romero (*Rosmarinus Officinalis*) por el método de arrastre de vapor obtenida en estado fresco y secado convencional. Tesis de Grado. 2011;93.
32. Lipa F. Estudio comparativo en el proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalipto glóbulus labill*) mediante el método de destilación por arrastre de vapor y el método de hidrodestilación asistido por radiación microondas [Internet]. Tesis de Grado. [Arequipa, Perú]: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA; 2014. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3986/IQlihufg025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Beltrán N. Aceite esencial de muña; conservación de la papa, consumo e inhibición de microorganismos patógenos. Tesis de grado. [Huancayo, Perú]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 1983.
34. Huamani W. Estudio de compuestos bioactivos del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) por cromatografía de gases-espectrometría de masas en tres niveles altitudinales del distrito de Huando. [Acobamba, Perú]; 2015.
35. Fontenla G. Caracterización del aceite esencial de «Lanche» (*Myrcianthes rhopaloides* (H.B.K) Mc Vaugh) provenientes del distrito de Chalaco, provincia de Morropón-Piura, obtenido por dos métodos de destilación. Tesis de Grado. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2006.
36. Ochoa K, Paredes L, Bejarano D, Silva R. Extracción , caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (*Wiskataya*). *Sci Agropecu* [Internet]. 2012;3:291-302.

- Disponible en:
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/90>
37. Albaladejo Q. El Aceite esencial de limón producido en España. Contribución a su evaluación por Organismos Internacionales [Internet]. Tesis de Doctorado. [Murcia, España]: Universidad de Murcia; 1999. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=5830>
 38. Coronel A, Piedra S. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LAS HOJAS DE *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. y *Piper pubinervulum* C. DC., Y DEL RIZOMA DE *Renealmia thyrsoidea* subsp. *thyrsoidea*. [Internet]. Tesis de Grado. [Quito, Ecuador]: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO; 2014. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
 39. Codex Alimentarius. Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por Normas Individuales. Codex Stan 19-1981 [Internet]. :1-5. Disponible en:
http://www.fao.org/input/download/standards/74/CXS_019s_2015.pdf
 40. Cano C. Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* «muña». Tesis de M. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2007.
 41. Bonilla D, Mendoza Y, Moncada C, Murcia O, Rojas A, Calle J, et al. Efecto del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* sobre *Porphyromonas gingivalis* cultivada in vitro. *Rev Colomb Cienc Quím Farm.* 2016;45(2):275-87.
 42. Quispe R. Modelado matemático de la extracción de aceite esencial de eucalipto «*Eucalyptus Globulus* s.p.» por destilación con vapor de agua. Tesis de Maestría. [Puno, Perú]: Universidad Nacional del Altiplano; 2017.

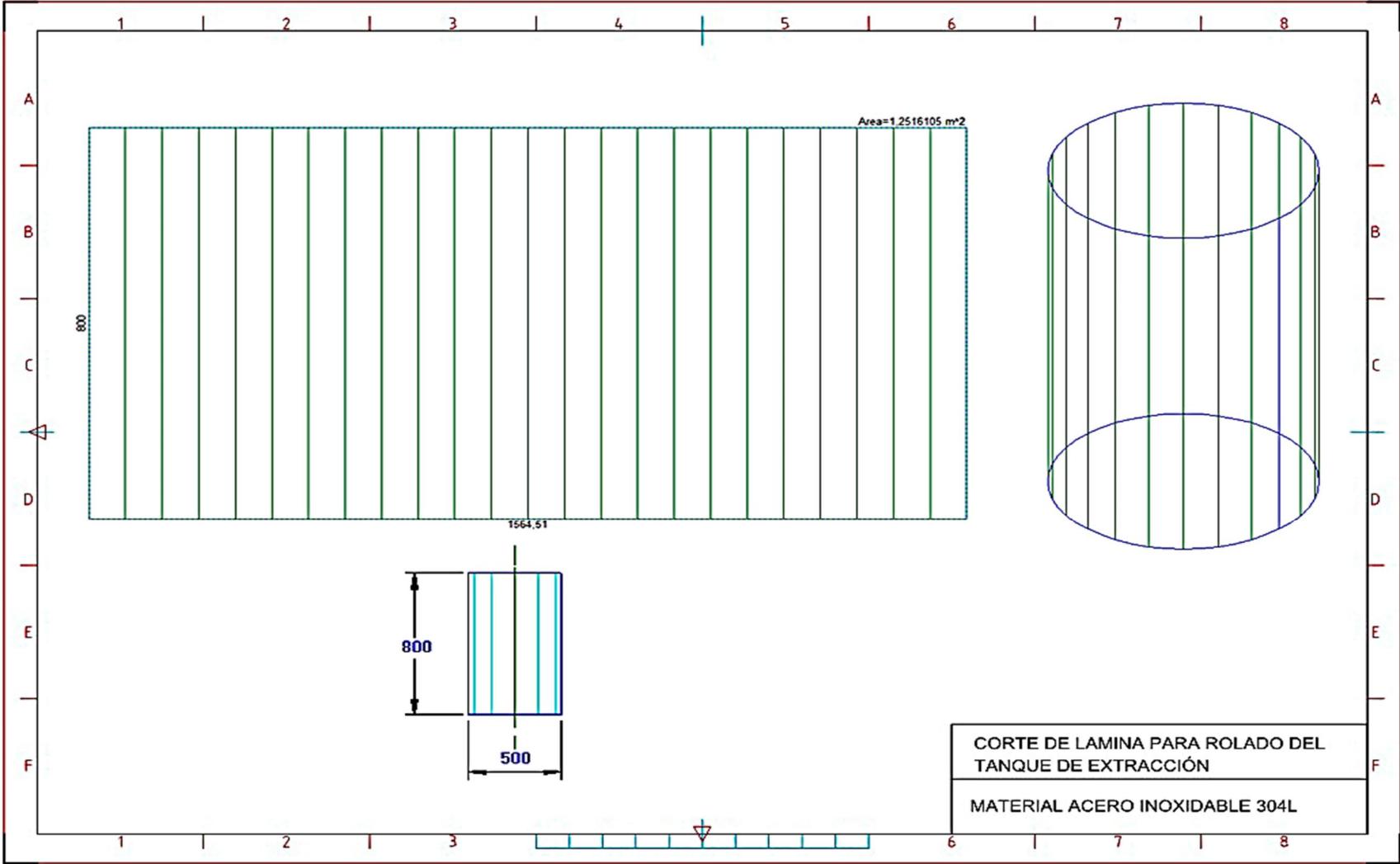
ANEXOS

ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos

ANEXO A 1: Diseño 3D del tanque de extracción del equipo extractor de aceites esenciales



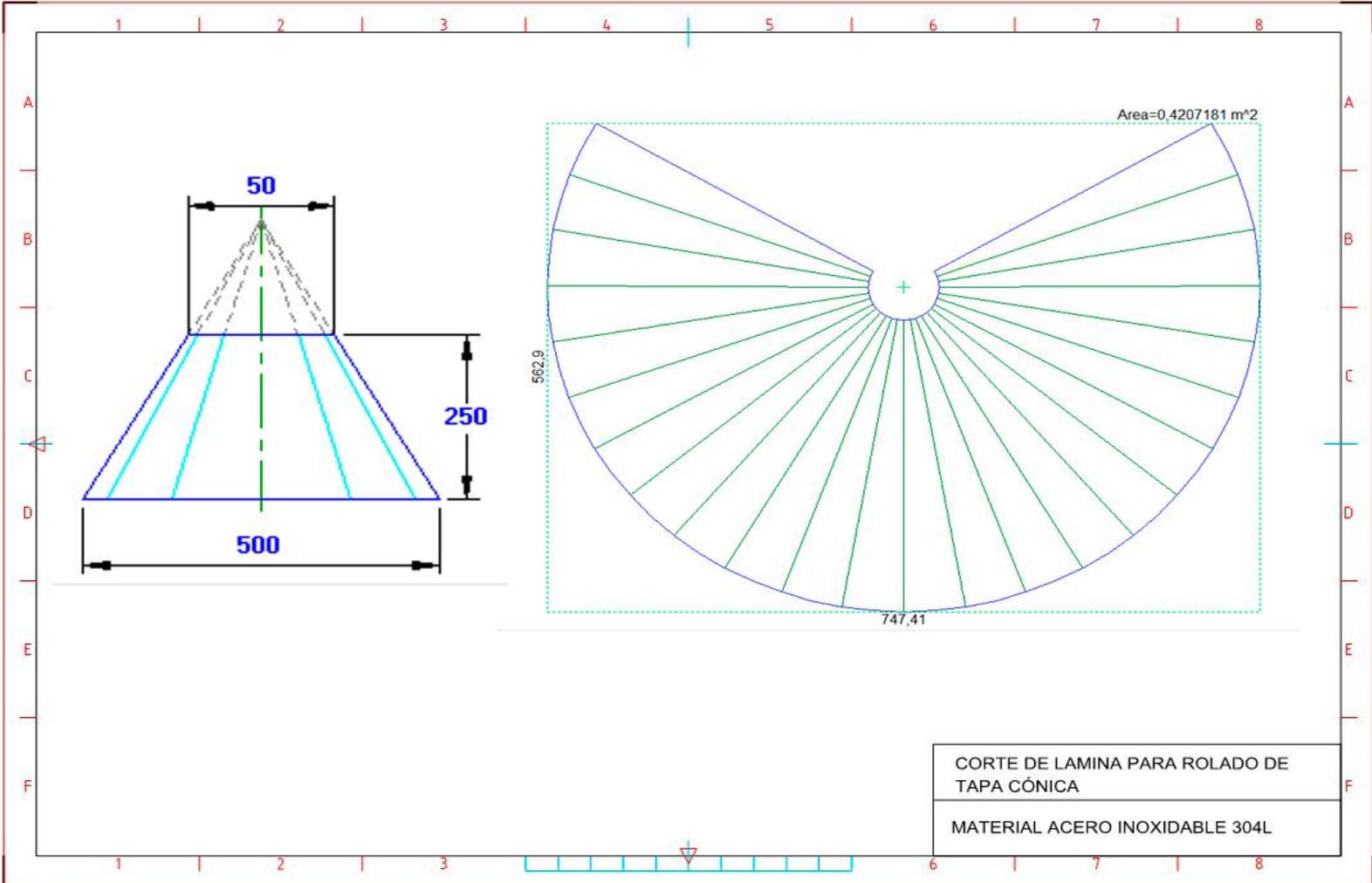
ANEXO A 2: Plano corte y rolado de lámina de acero para fabricación del tanque de extracción.



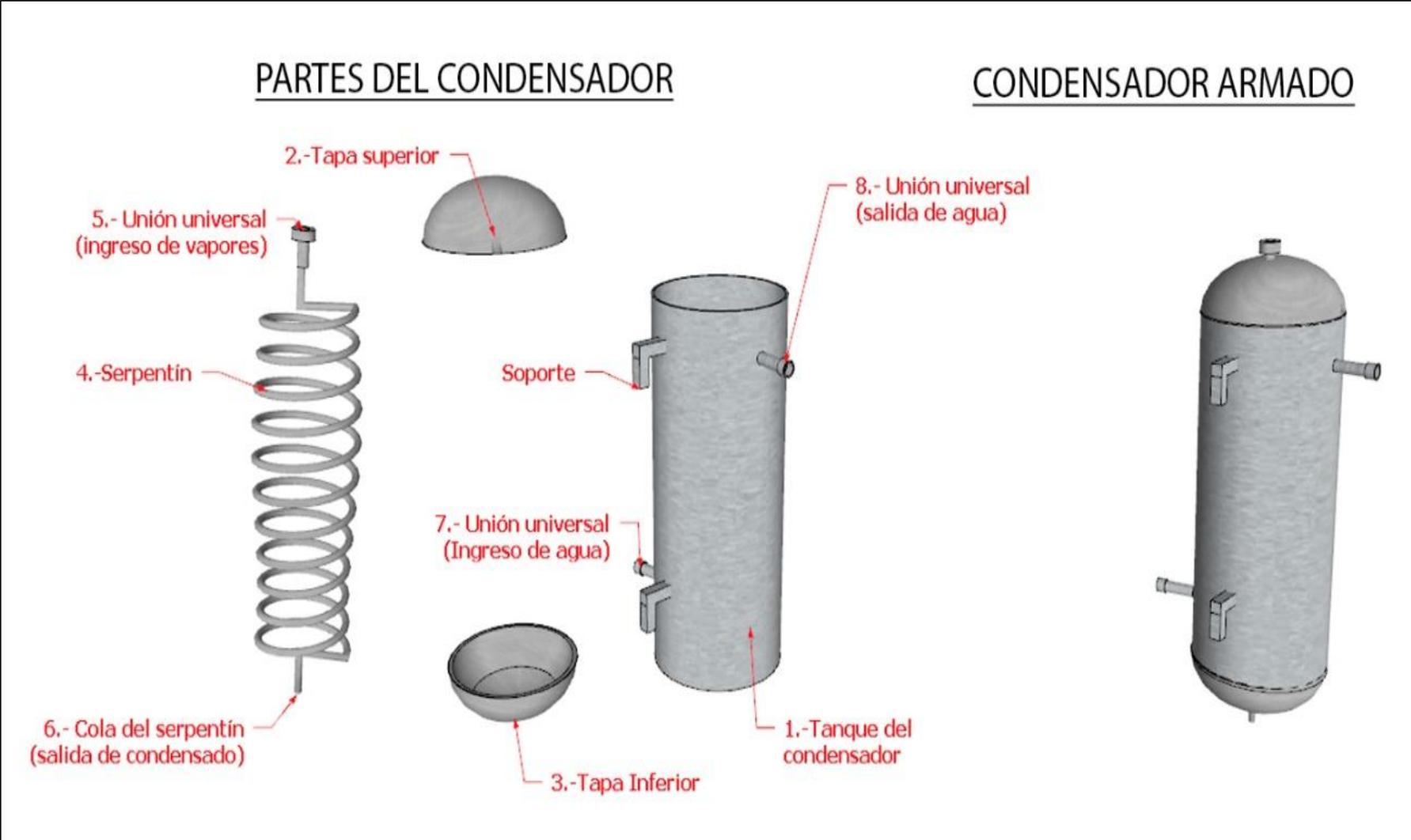
ANEXO A 3. Diseño 3D de la tapa hermética cónica con cuello de cisne



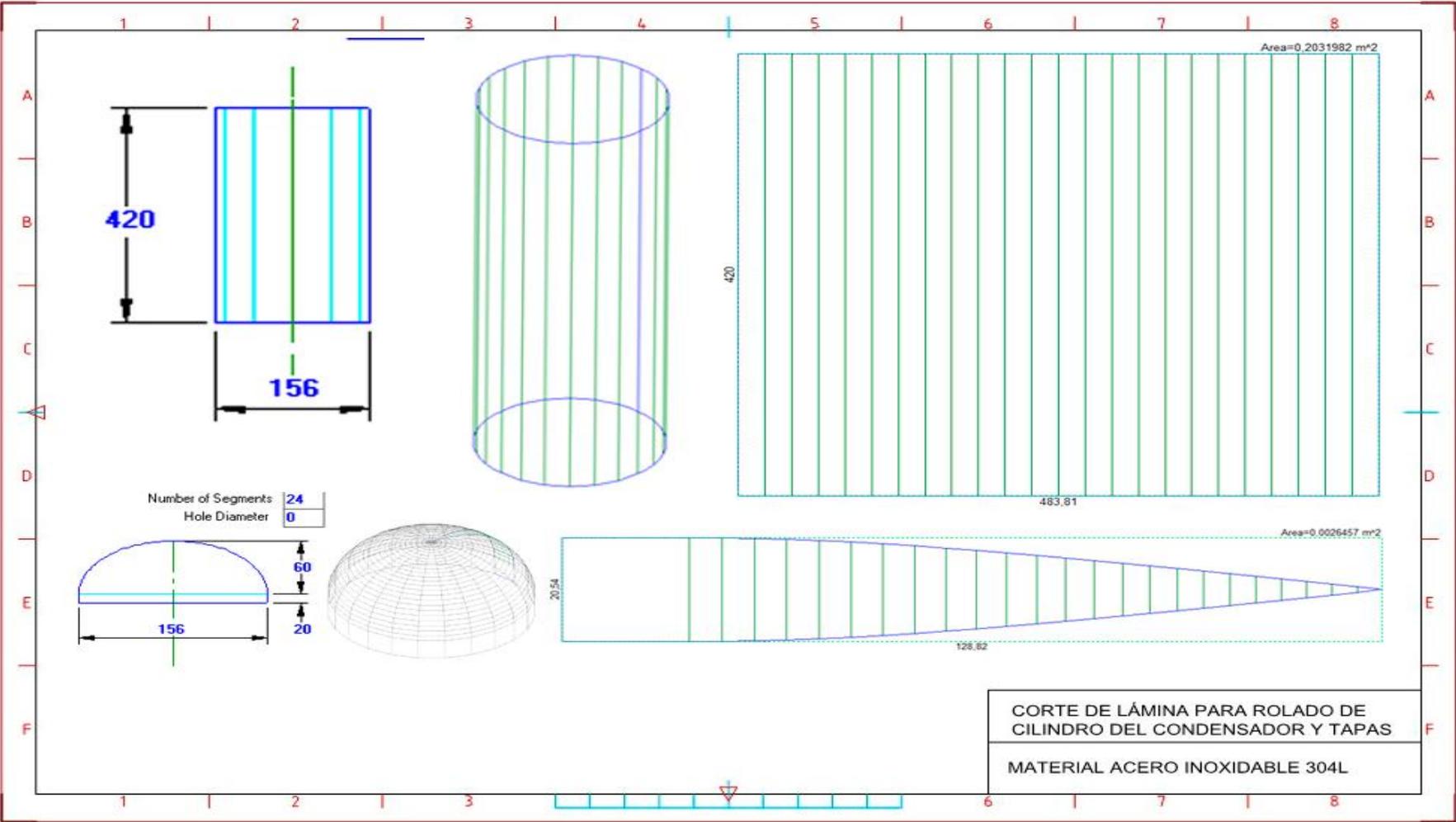
ANEXO A 4. Plano corte y rolado de lámina de acero para fabricación de la tapa cónica del equipo extractor de aceites esenciales



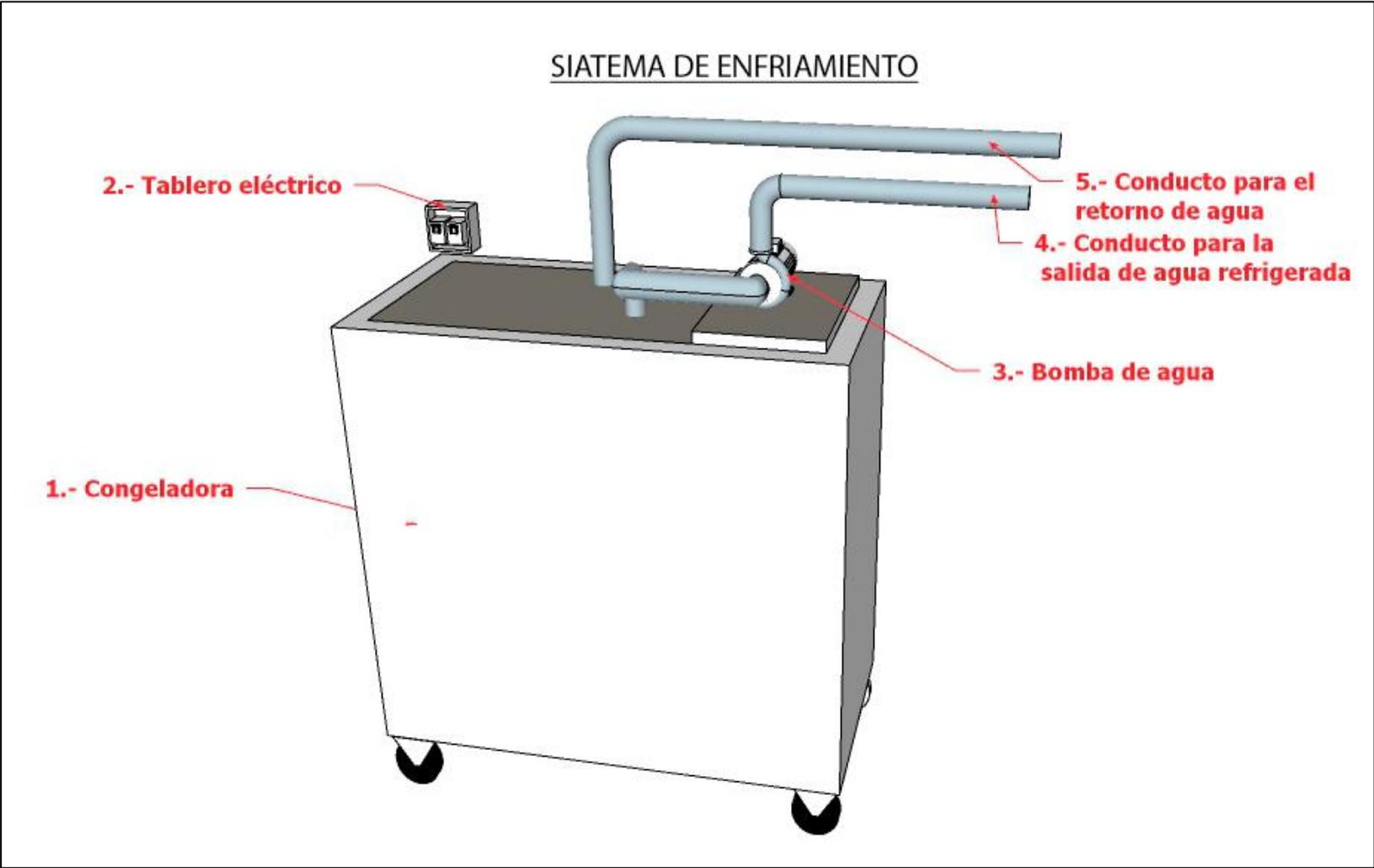
ANEXO A 5. Diseño 3D del condensador



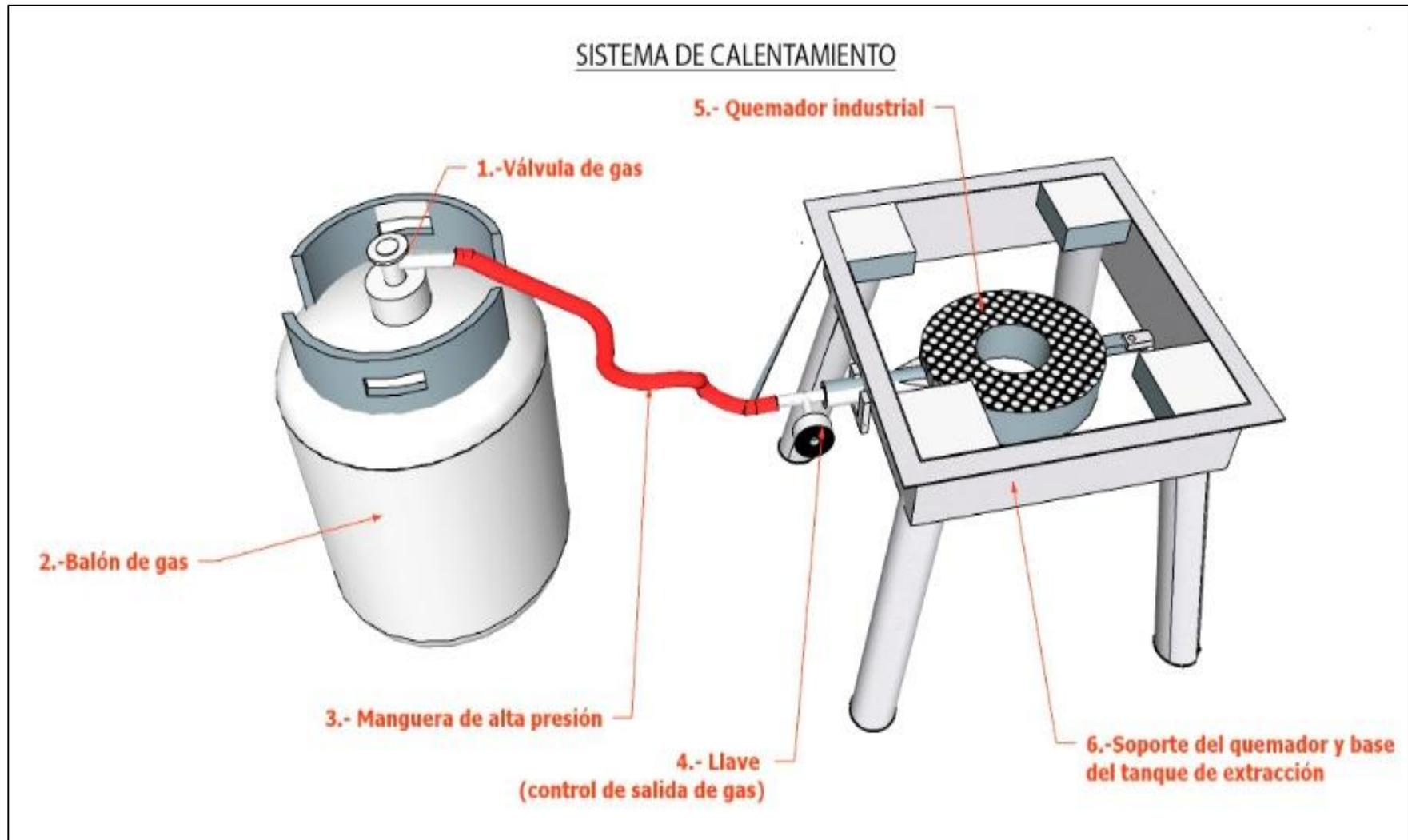
ANEXO A 6. Plano corte y rolado de lámina de acero para fabricación del condensador del equipo extractor de aceites esenciales.



ANEXO A 7. Diseño del sistema de enfriamiento



ANEXO A 8. Diseño 3D del sistema de calentamiento



ANEXO A 9. Diseño del depósito recolector para el condensado



ANEXO A 10. Imagen del equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para AE comerciales construido en acero inoxidable calidad AISI 304



ANEXO A 11. Datos de puesta en marcha del equipo extractor de AE por arrastre a vapor.

Operación a realizar: extracción de aceites esenciales de muña, romero y eucalipto

Parámetros	PRUEBA	Muña		Romero	Eucalipto
		1era extracción	2da extracción	Única extracción	Única extracción
Volumen de agua cargada	10 L	10 L	10 L	10 L	10 L
Peso de material vegetal	-	10 kg	10 kg	12 kg	7 kg
Temperatura inicial	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C
Temperatura durante el proceso	98°C	98°C	98°C	98°C	98°C
Temperatura ingreso de agua al condensador	3°C	3°C	5°C	8°C	12°C
Temperatura salida de agua del condensador	10°C	10°C	13°C	18°C	24°C
Presión de trabajo	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Flujo de agua refrigerada	30 L / min	30 L / min	30 L / min	30 L / min	30 L / min
Flujo del condensado	17 mL/min	15 mL/min	16 mL/min	14 mL/min	16 mL/min
Poder calórico consumido	8850 Kcal	10030 Kcal	9204 Kcal	9204 Kcal	9204 Kcal
Peso del GLP consumido	0.75 Kg	0.85 Kg	0.78 Kg	0.78 Kg	0.78 Kg
Energía eléctrica consumida	0.65 kWh	0.65 kWh	0.65 kWh	0.65 kWh	0.65 kWh
Tiempo desde el inicio hasta el 1er goteo	30 min	42 min	40 min	39min	39 min
Tiempo desde el 1er goteo hasta el final del proceso de extracción.	120 min	120 min	120 min	120 min	120 min
Tiempo total de operación	150 min	162 min	160 min	159 min	159 min

ANEXO A 12. Cálculo de la muestra vegetal requerida a partir de datos teóricos

Ecuación:

$$M = \frac{\rho v \times 100}{\eta}$$

Donde:

ρ = Densidad relativa del aceite esencial.

v = Volumen de aceite esencial requerido.

η = Rendimiento.

100= Factor matemático.

Muestra vegetal

Muña

RESULTADO:

24,18157 Kg

ρ	0,9189 g/ml
v	50 ml
η	0,19%

Muestra vegetal

Romero

RESULTADO:

11,75675 Kg

ρ	0,87 g/ml
v	50 ml
η	0,37%

Muestra vegetal

Eucalipto

RESULTADO:

7,675 Kg

ρ	0,921 g/ml
v	50 ml
η	0,6%

ANEXO A 13. Volumen de los aceites esenciales obtenidos

Nombre muestra vegetal:	muña
Peso (kg)muestra vegetal:	10
Numero de extracción	01

Código	Tiempos (min)	Volumen (mL)
M 101	30	16.00
M 102	60	8.50
M 103	90	3.00
M 104	120	0.00

Nombre muestra vegetal:	muña
Peso (kg)muestra vegetal:	10
Numero de extracción	02

Código	Tiempos (min)	Volumen (mL)
M 101	30	17.00
M 102	60	7.50
M 103	90	2.20
M 104	120	0.00

Nombre muestra vegetal:	romero
Peso (kg)muestra vegetal:	12
Numero de extracción	01

Código	Tiempos (min)	Volumen (mL)
R 101	30	35.20
R 102	60	15.60
R 103	90	1.00
R 104	120	0.00

Nombre muestra vegetal:	eucalipto
Peso (kg)muestra vegetal:	7
Numero de extracción	01

Código	Tiempos (min)	Volumen (mL)
E 101	30	28.60
E 102	60	20.40
E 103	90	8.30
E 104	120	0.00

ANEXO A 14. Peso (g) de los aceites esenciales obtenidos

Nombre muestra vegetal:	Muña
Peso (kg)muestra vegetal:	20
Numero de extracción	01 y 02

Código	Tiempos (min)	Peso (g)
M 101	30	28.81
M 102	60	14.06
M 103	90	4.60
M 104	120	0.00

Nombre muestra vegetal:	Romero
Peso (kg)muestra vegetal:	12
Numero de extracción	01

Código	Tiempos (min)	Peso (g)
R 101	30	29.40
R 102	60	13.98
R 103	90	0.90
R 104	120	0.00

Nombre muestra vegetal:	Eucalipto
Peso (kg)muestra vegetal:	7
Numero de extracción	01

Código	Tiempos (min)	Peso (g)
E 101	30	24.90
E 102	60	17.59
E 103	90	7.08
E 104	120	0.00

ANEXO A 15. Cálculo para obtener el rendimiento de los aceites esenciales obtenidos

Ecuación:

$$P = \frac{M_1}{M_2} \times 100$$

Donde:

M_1 = Masa final de aceite esencial.

M_2 = Masa inicial de follaje

100 = factor matemático.

Muestra vegetal

Resultado:

M_1	47,47 g
M_2	20 000 g

Muestra vegetal

Resultado:

M_1	44,18 g
M_2	12 000 g

Muestra vegetal

Resultado:

M_1	49,57 g
M_2	7 000 g.

ANEXO A 16. Cálculo para obtener la densidad relativa de los aceites esenciales obtenidos a 20°C

Ecuación:

$$d_{20}^{20} = \frac{P_2 - P}{P_1 - P}$$

Donde:
P: peso (g) del picnómetro vacío
*P*₁: peso (g) del picnómetro lleno con agua destilada a 20 °C.
*P*₂: peso (g) del picnómetro lleno con aceite esencial a 20°C

Código del aceite esencial: M 101

Resultado: 0.846750727

<i>P</i>	11.87
<i>P</i> ₁	22.18
<i>P</i> ₂	20.60

Código del aceite esencial: M 102

Resultado: 0.85257032

<i>P</i>	11.87
<i>P</i> ₁	22.18
<i>P</i> ₂	20.66

Código del aceite esencial: R 101

Resultado: 0.809893307

<i>P</i>	11.87
<i>P</i> ₁	22.18
<i>P</i> ₂	20.22

Código del aceite esencial: R 102

Resultado: 0.812803103

P	11.87
P_1	22.18
P_2	20.25

Código del aceite esencial: E 101

Resultado: 0.844810863

P	11.87
P_1	22.18
P_2	20.58

Código del aceite esencial: E 102

Resultado: 0.836081474

P	11.87
P_1	22.18
P_2	20.49

ANEXO A 17. Datos prueba de solubilidad de los aceites esenciales obtenidos

Código del aceite esencial: M 101

%	Soluble	Insoluble	Volumen (mL) de OH necesario
50 %		✓	-
55%		✓	-
60%		✓	-
65%		✓	-
70%		✓	-
75%		✓	-
80%	✓		12
85%	✓		2.5
90%	✓		1
95%	✓		inmediatamente

Código del aceite esencial: R 101

%	Soluble	Insoluble	Volumen (mL) de OH necesario
50 %		✓	-
55%		✓	-
60%		✓	-
65%		✓	-
70%		✓	-
75%		✓	-
80%	✓		19.8
85%	✓		11
90%	✓		7
95%	✓		inmediatamente

Código del aceite esencial: E 101

%	Soluble	Insoluble	Volumen (mL) de OH necesario
50 %		✓	-
55%		✓	-
60%		✓	-
65%		✓	-
70%	✓		19
75%	✓		8
80%	✓		1.5
85%	✓		0.8
90%	✓		0.4
95%	✓		inmediatamente

ANEXO A 18. Cálculo para obtener índice de acidez de los aceites esenciales obtenidos

Ecuación:

$$IA = \frac{5,61 \times V}{P}$$

Donde:

V: Volumen, en mililitros, de KOH utilizado.

P: Peso, en gramos, de la muestra ensayada

CODIGO DEL ACEITE ESENCIAL:

M 101

RESULTADO:

0.561

V	0.2 mL
P	2 g

CODIGO DEL ACEITE ESENCIAL:

R 101

RESULTADO:

0.701

V	0.25 mL
P	2 g

CODIGO DEL ACEITE ESENCIAL:

E 101

RESULTADO:

1.122

V	0.4 mL
P	2 g

ANEXO A 19. Calculo para obtener el poder rotatorio específico

Ecuación:

$$[\alpha]_{\lambda}^{20^{\circ}\text{C}} = \frac{A \times V}{l \times p}$$

Donde:

A: valor del ángulo de rotación, expresado en grados.

V: volumen de la solución en mililitros.

l: longitud del tubo, expresado en decímetros.

p: peso de la sustancia disuelta en gramos.

Código del aceite esencial:

Resultado:

A	+ 0.2°
l	2 dm
V	30 mL
p	0.87 g

Código del aceite esencial:

Resultado:

A	- 0.1°
l	2 dm
V	30 mL
p	0.84 g

Código del aceite esencial:

Resultado:

A	+ 1,9°
l	2 dm
V	30 mL
p	0.87 g

ANEXO A 20. Encuesta de la aceptabilidad de los perfumes elaborados

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

Cod. de perfume : PM101

Sexo Masculino

Fecha: 04/04/24

Nº	Edad	Me gusta			No me gusta,			No me gusta, ni me disgusta
		Mucho	Moderado	Poco	Mucho	Moderado	Poco	
1	52					X		
2	19		X					
3	23					X		
4	19		X					
5	38		X					
6	25	X						
7	21					X		
8	44		X					
9	52		X					
10	36	X						
11	18		X					
12	22			X				
13	19				X			
14	23			X				
15	33				X			
16	45				X			
17	48		X					
18	19							X
19	22		X					
20	22			X				
21	65	X						
22	18				X			
23	19							X
24	28		X					
25	26			X				
26	41	X						
27	37		X					
28	50		X					
29	25			X				
30	22						X	
31	19							X
32	19		X					
33	21		X					
34	20			X				
35	34				X			
36	42		X					
37	31			X				
38	28							X
39	51	X						
40	21						X	
41	42		X					
42	32			X				
43	27							X
44	25		X					
45	43		X					
46	23			X				
47	20						X	
48	26		X					
49	19		X					
50	22			X				

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

Cod. de perfume : PM101Sexo FemeninoFecha: 09/04/21

Nº	Edad	Me gusta			No me gusta,			No me gusta, ni me disgusta
		Mucho	Moderado	Poco	Mucho	Moderado	Poco	
1	26				X			
2	31		X					
3	61	X						
4	24	X						
5	55		X					
6	60		X					
7	18		X					
8	49			X				
9	19		X					
10	44	X						
11	52	X						
12	62	X						
13	19		X					
14	21			X				
15	23					X		
16	27		X					
17	20					X		
18	32		X					
19	31			X				
20	24		X					
21	28		X					
22	55		X					
23	42		X					
24	32				X			
25	30		X					
26	26			X				
27	48				X			
28	52	X						
29	54		X					
30	18					X		
31	36						X	
32	41		X					
33	50		X					
34	19			X				
35	27		X					
36	24			X				
37	32		X					
38	44	X						
39	21				X			
40	60	X						
41	22		X					
42	34			X				
43	36		X					
44	45	X						
45	18					X		
46	21					X		
47	32			X				
48	36		X					
49	24						X	
50	41		X					

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

Cod. de perfume : PR101

Sexo Masculino

Fecha: 11/04/21

Nº	Edad	Me gusta			No me gusta,			No me gusta, ni me disgusta
		Mucho	Moderado	Poco	Mucho	Moderado	Poco	
1	52				X			
2	19			X				
3	23		X					
4	19					X		
5	38				X			
6	25				X			
7	21					X		
8	44							X
9	52				X			
10	36		X					
11	18		X					
12	22	X						
13	19					X		
14	23		X					
15	33			X				
16	45		X					
17	48			X				
18	19		X					
19	22			X				
20	22					X		
21	65						X	
22	18							X
23	19							X
24	28			X				
25	26			X				
26	41	X						
27	37						X	
28	50					X		
29	25				X			
30	22		X					
31	19		X					
32	19			X				
33	21				X			
34	20			X				
35	34						X	
36	42						X	
37	31			X				
38	28		X					
39	51		X					
40	21			X				
41	42		X					
42	32			X				
43	27							X
44	25						X	
45	43						X	
46	22				X			
47	20			X				
48	26		X					
49	19			X				
50	22	X						

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

Cod. de perfume : PR 10-1

Sexo femenino

Fecha: 11/04/21

Nº	Edad	Me gusta			No me gusta,			No me gusta, ni me disgusta
		Mucho	Moderado	Poco	Mucho	Moderado	Poco	
1	26					X		
2	31							X
3	61		X					
4	24		X					
5	55					X		
6	60	X						
7	18		X					
8	49				X			
9	19	X						
10	44				X			
11	52		X					
12	62			X				
13	19			X				
14	21	X						
15	23				X			
16	27			X				
17	20		X					
18	32	X						
19	31				X			
20	24					X		
21	28				X			
22	55				X			
23	42				X			
24	32	X						
25	30		X					
26	26						X	
27	48	X						
28	52			X				
29	54		X					
30	18				X			
31	36				X			
32	41	X						
33	50	X						
34	19			X				
35	27							X
36	24					X		
37	37		X					
38	44		X					
39	21	X						
40	60	X						
41	22					X		
42	34					X		
43	36		X					
44	45			X				
45	18			X				
46	21		X					
47	32						X	
48	36	X						
49	24	X						
50	41		X					

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

Cod. de perfume : PE101

Sexo Masculino

Fecha: 25/04/22

Nº	Edad	Me gusta			No me gusta,			No me gusta, ni me disgusta
		Mucho	Moderado	Poco	Mucho	Moderado	Poco	
1	52						X	
2	19			X				
3	23	X						
4	19	X						
5	38		X					
6	25	X						
7	21	X						
8	44	X						
9	52		X					
10	36	X						
11	18	X						
12	22		X					
13	19							X
14	23	X						
15	33	X						
16	45		X					
17	48	X						
18	19		X					
19	22		X					
20	22			X				
21	65	X						
22	18					X		
23	19		X					
24	28		X					
25	26	X						
26	41	X						
27	37		X					
28	50			X				
29	25	X						
30	22	X						
31	19		X					
32	19	X						
33	21		X					
34	20					X		
35	34			X				
36	42		X					
37	31		X					
38	28	X						
39	51	X						
40	21		X					
41	42	X						
42	32	X						
43	27					X		
44	25		X					
45	43	X						
46	22	X						
47	20		X					
48	26							X
49	19	X						
50	22	X						

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

Cod. de perfume : PE101

Sexo femenino

Fecha: 25/04/21

Nº	Edad	Me gusta			No me gusta,			No me gusta, ni me disgusta
		Mucho	Moderado	Poco	Mucho	Moderado	Poco	
1	26						X	
2	31							X
3	61	X						
4	24	X						
5	55					X		
6	60			X				
7	18					X		
8	49					X		
9	19	X						
10	44	X						
11	52	X						
12	62						X	
13	19		X					
14	21				X			
15	23				X			
16	27					X		
17	20					X		
18	32				X			
19	31				X			
20	24			X				
21	28				X			
22	55				X			
23	42				X			
24	32		X					
25	30		X					
26	26						X	
27	48							X
28	52	X						
29	54		X					
30	18				X			
31	36			X				
32	41							X
33	50	X						
34	19			X				
35	27		X					
36	24		X					
37	37					X		
38	44	X						
39	21				X			
40	60	X						
41	22					X		
42	34		X					
43	36		X					
44	45	X						
45	18				X			
46	21				X			
47	32							X
48	36	X						
49	24			X				
50	41			X				

ANEXO B: Operacionalización de la variable

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE	Equipo innovador de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor, ecológico y sostenible	-Equipo innovador de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor, ecológico y sostenible.	Diseño y fabricación ecológica y sostenible	01 equipo diseñado y fabricado bajo parámetros de calidad y eficiencia	Unidad
DEPENDIENTES	Parámetros de calidad y eficiencia del equipo	El equipo de extracción de aceites esenciales fue diseñado y fabricado cumpliendo los parámetros de calidad y eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de operación del equipo y tiempo óptimo de extracción. - Rendimiento de los AE obtenidos. - Caracterización de los AE obtenidos. - Perfumes elaborados con los aceites esenciales obtenidos, aceptables por público consumidor 	Fichas de resultados sobre los parámetros de calidad y eficiencia de los aceites esenciales obtenidos por el equipo innovador	Unidad

ANEXO C: Constancias de clasificación taxonómica de las muestras vegetales recolectadas

ANEXO C 1. Constancia de clasificación taxonómica de la muña



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N°421-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (planta completa) recibida de Jenny Janet Rivera Meza y Deybi Damian Gonzales Pérez, de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, ha sido estudiada y clasificada como: ***Minthostachys mollis***, (Kunth) Griseb. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: ASTERIDAE

ORDEN: LAMIALES

FAMILIA: LAMIACEAE

GENERO: *Minthostachys*

ESPECIE: *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.

Nombre vulgar : "muña"

Determinado por: Dra. Joaquina Albán Castillo.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 20 de noviembre de 2018




Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

ANEXO C 2. Constancia de clasificación taxonómica del romero



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N° 453-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (planta completa), recibida de **Jenny Janet Rivera Meza y Deybi Damián Gonzales Pérez**; de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega; ha sido estudiada y clasificada como: ***Rosmarinus officinalis* L.**; y tiene la siguiente posición taxonómica, y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB-CLASE: ASTERIDAE

ORDEN: LAMIALES

FAMILIA: LAMIACEAE

GENERO: *Rosmarinus*

ESPECIE: *Rosmarinus officinalis* L.

Nombre vulgar: "Romero".

Determinado por: Blgo. Severo Baldeón Malpartida

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 11 de diciembre de 2018



Asunción A. Cano Echevarría
Mag. Asunción A. Cano Echevarría
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ ddb

ANEXO C 3. Constancia de clasificación taxonómica del eucalipto



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N° 452-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (tallo, hojas frutos), recibida de **Jenny Janet Rivera Meza y Deybi Damián Gonzales Pérez**, estudiantes de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega; ha sido estudiada y clasificada como: ***Eucalyptus globulus*** Labill. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB CLASE: ROSIDAE

ORDEN: MYRTALES

FAMILIA: MYRTACEAE

GENERO: *Eucalyptus*

ESPECIE: *Eucalyptus globulus* Labill

Nombre vulgar: "eucalipto"

Determinada por: Mg. María Isabel La Torre Acuy

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime convenientes.

Lima, 07 de diciembre de 2018




Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP-ISO 279
2011 (revisada el 2016)**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima Perú

**Aceites esenciales. Determinación de la densidad relativa a
20 °C . Método de referencia**

ESSENTIAL OILS. Determination of relative density at 20 °C . Reference method

(EQV ISO 279:1998 Essential oils – Determination of relative density at 20 °C – Reference method)

2016-07-18
1ª Edición

Aceites esenciales. Determinación de la densidad relativa a 20 °C. Método de referencia

1 ALCANCE

La presente Norma Técnica Peruana especifica el método de referencia para la determinación de la densidad relativa de aceites esenciales a 20 °C.

NOTA: Si es necesario realizar el ensayo a una temperatura diferente como consecuencia de la naturaleza del aceite esencial, se debe mencionar la temperatura en la Norma Técnica apropiada al aceite esencial en cuestión. La corrección promedio en la región de 20 °C es de 0,000 7 a 0,000 8 por grado Celsius.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Norma Técnica Internacional

ISO 356

Aceites esenciales - Preparación de muestras de prueba

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para efectos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1

Densidad relativa a 20 °C

Es la relación entre la masa de un volumen dado de aceite a 20°C y la masa de un volumen igual de agua destilada a 20 °C .

NOTA: Esta cantidad es adimensional y su símbolo es d_{20}^{20} .

3.2

Densidad absoluta a 20 °C de un aceite esencial

Es la relación entre la masa de un volumen dado de aceite a 20 °C al mismo volumen.

NOTA: Esta cantidad se expresa en gramos por mililitro.

4 PRINCIPIO

Volúmenes iguales de aceite esencial y agua, a 20 °C, son pesados sucesivamente en un picnómetro.

5 REACTIVOS

Agua destilada, recién hervida y posteriormente enfriada a aproximadamente 20 °C .

6 APARATOS

Aparatos de uso común en laboratorio y los siguientes

6.1 **Picnómetro de vidrio**, de una capacidad nominal mínima de 5 ml.

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Preparación del picnómetro

Limpia cuidadosamente el picnómetro (6.1) y luego enjuagarlo, por ejemplo, con etanol y acetona, luego secar el interior con una corriente de aire seco.
De ser necesario, limpiar el exterior con un trapo seco o un papel de filtro.

Cuando se alcance el equilibrio de temperatura entre la cámara de la balanza y el picnómetro, considerando su tapón; realizar el pesado con una precisión de 1 mg .

9.2 Pesado del agua destilada

Llenar el picnómetro con agua destilada (5.1).

Sumergir el picnómetro en baño maría (6.2). Después de 30 min , llenar con agua hasta la marca, en caso sea necesario. Inserte el tapón, si lo hubiese, y secar el exterior como antes, con un trapo seco o papel de filtro.

Cuando se alcance el equilibrio de temperatura entre la cámara de la balanza y el picnómetro, considerando su tapón; realizar el pesado al 1 mg más cercano.

9.3 Pesado del aceite esencial

Vaciar el picnómetro, luego lavarlo y secarlo como se especifica en el apartado 9.1 .

Proceda como se indica en 9.2, reemplazando el agua por la muestra de prueba preparada según lo especificado en el capítulo 8 .

10 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La densidad relativa, d_{20}^{20} , se da por la siguiente ecuación:

$$\frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

donde:

- m_0 es la masa, en gramos, del picnómetro vacío determinado en el apartado 9.1 .
- m_1 es la masa, en gramos, del picnómetro llenado con agua, determinado conforme al apartado 9.2 .
- m_2 es la masa, en gramos, del picnómetro llenado con aceite esencial, determinado conforme al apartado 9.3 .

Expresar el resultado con tres decimales.

NOTA 1: En la práctica, no se realiza ninguna corrección para el empuje ascendente debido al aire.

NOTA 2: Los instrumentos electrónicos con frecuencia registran niveles más exactos.

Si se requiere la densidad absoluta del aceite esencial, multiplicar el valor obtenido para la densidad relativa por la densidad absoluta del agua a 20 °C (por ejemplo 0,998 23 g/ml).

11 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo indicará:

- el método utilizado;
- el resultado obtenido; y
- si se ha verificado la repetibilidad del resultado final obtenido.

© ISO 1998 - © INACAL 2016 - Todos los derechos son reservados

ANEXO E: Norma Técnica Peruana NTP-ISO 280

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP-ISO 280
2011 (revisada el 2016)**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camélias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima Perú

Aceites esenciales. Determinación del índice de refracción

ESSENTIAL OILS. Determination of refractive index

(EQV. ISO 280:1998 Essential oils – Determination of refractive index)

2016-07-18

1ª Edición

Aceites esenciales. Determinación del índice de refracción

1 ALCANCE

Esta Norma Técnica Peruana especifica un método para la determinación del índice de refracción de aceites esenciales.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Norma Técnica Internacional

ISO 356	Aceites esenciales - Preparación de muestras de prueba
---------	--

3 TÉRMINO Y DEFINICIÓN

Para fines de esta Norma Técnica Peruana, se aplica el siguiente término y definición.

3.1

Índice de refracción, n_D^t

Es la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción, cuando un rayo de luz de longitudes de onda definidas pasa desde el aire hacia el aceite esencial conservado a temperatura constante.

NOTA: La longitud de onda especificada es 589,3 nm \pm 0,3 nm que corresponde a las líneas D₁ y D₂ del espectro del sodio.

4 PRINCIPIO

De acuerdo al tipo de instrumento utilizado, ya sea por medida directa del ángulo de refracción o que el límite de reflexión total sea observado, siendo mantenido el aceite bajo condiciones de isotropismo y transparencia.

5 REACTIVOS

5.1 Productos estándar, de grado refractométrico, para ajustar el refractómetro, como sigue:

5.1.1 Agua destilada de índice de refracción 1,333 0 a 20 °C .

5.1.2 *p*-Cimeno de índice de refracción 1,490 6 a 20 °C .

5.1.3 Benzilbenzoato de índice de refracción 1,568 5 a 20 °C .

5.1.4 1-Bromnaftalina de índice de refracción 1,658 5 a 20 °C .

8 PROCEDIMIENTO

8.1 Preparación de la muestra de ensayo

Preparar la muestra de ensayo, de acuerdo con la ISO 356. Llevar la muestra de ensayo a la temperatura en la que se harán las mediciones.

8.2 Regulación del refractómetro

8.2.1 Regular el refractómetro (6.1) midiendo el índice de refracción de los productos estándares descritos en los apartados 5.1.1 a 5.1.4.

NOTA: Algunos instrumentos pueden ajustarse por medio de una placa de vidrio (6.4), de acuerdo con las indicaciones proporcionadas por el fabricante del instrumento.

8.2.2 Verificar que el refractómetro (6.1) se conserva a la temperatura en la que se harán las lecturas.

Esta temperatura no diferirá de la temperatura de referencia por más de ± 0.2 °C durante el ensayo.

La temperatura de referencia es 20 °C, excepto para aquellos aceites que no son líquidos a esta temperatura, en cuyo caso se usará una temperatura de 25 °C ó 30 °C, dependiendo del punto de fusión de estos aceites esenciales.

9 DETERMINACIÓN

Colocar la muestra de ensayo, preparada de acuerdo con el apartado 8.1, en el refractómetro. Esperar hasta que la temperatura sea estable y hacer las mediciones.

10 CÁLCULO

El índice de refracción n_D^t , a la temperatura especificada t , está dado por la ecuación:

$$n_D^t = n_D^{t'} + 0,0004 (t' - t)$$

donde:

$n_D^{t'}$ es la lectura tomada a la temperatura de trabajo, t' en la que fue realizada verdaderamente la determinación.

Expresar el resultado con 4 decimales.

11 REPETIBILIDAD

La diferencia absoluta entre 2 resultados independientes obtenidos de pruebas individuales usando el mismo método en un aceite esencial idéntico, en el mismo laboratorio y realizados por el mismo operador usando el mismo equipo con un intervalo corto de tiempo, no será en más del 5 % de casos, mayor a $\pm 0,0002$.

12 INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo contendrá la siguiente información:

- Todos los detalles necesarios para la identificación completa del producto;
- El método de muestreo usado, si es conocido;
- El método de ensayo usado con referencia a esta Norma Técnica Peruana;

ANEXO F: Norma Técnica Peruana ITINTEC 319.084

PERU	<u>ACEITES ESENCIALES</u>	ITINTEC
NORMA TECNICA	Determinación de la Solubilidad en Etanol	319.084 Diciembre, 1974
NACIONAL		
NORMAS A CONSULTAR		
ITINTEC	319.075	Aceites Esenciales. Determinación del Índice de Refracción
ITINTEC	319.077	Aceites Esenciales. Preparación de la Muestra para Análisis
ITINTEC	319.079	Aceites Esenciales. Extracción de Muestras.
1.- <u>OBJETO</u>		
1.1 La presente Norma establece el método de determinación de la solubilidad de aceites esenciales en diluciones de etanol.		
2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u>		
2.1 <u>Aceite esencial soluble en V o más volúmenes de etanol de graduación dada t.</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t, permanece igual después de la adición posterior de etanol de la misma concentración, hasta completar un total de 20 volúmenes del etanol empleado.		
2.2 <u>Aceite esencial soluble en V volúmenes de etanol en graduación dada t que se enturbia al diluir.</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t se enturbia y permanece así después de la adición gradual de etanol de la misma concentración hasta un total de 20 volúmenes del etanol empleado.		
2.3 <u>Aceite Esencial soluble en V volúmenes de etanol de graduación dada t, que se enturbia en V' volúmenes (V' < 20).</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t se enturbia y permanece así después de la adición gradual de etanol de la misma concentración hasta un total de V' volúmenes del etanol empleado.		

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC) LIMA PERU



- 2.4 Aceite esencial soluble, con opalescencia.- Es aquel cuya solución alcohólica al ser diluida muestra una tonalidad azul, siendo este color similar al del patrón de opalescencia recientemente preparado de acuerdo con 4.4.2.

3.- EXTRACCION DE MUESTRAS Y RECEPCION

- 3.1 Se realizará de acuerdo a lo indicado en la Norma ITINTEC -- 319.079.

4.- METODOS DE ENSAYO

4.1 Preparación de la muestra a ensayar

- 4.1.1 Se realiza de acuerdo a lo indicado en la Norma ITINTEC -- 319.077

4.2 Principio del Método

- 4.2.1 A la 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.

4.3 Aparatos

- 4.3.1 Bureta de 25 ml ó 50 ml, graduada al 0,1 ml
- 4.3.2 Probeta de 25 ml ó 30 ml de capacidad, con tapa esmerilada.
- 4.3.3 Baño de temperatura constante, que pueda ser mantenido a 20°C \pm 0,2°C
- 4.3.4 Termómetro calibrado, graduado en quintos o décimos de grados Celsius, que permita la determinación de temperaturas entre 10°C y 30°C

4.4 Reactivos

- 4.4.1 Soluciones diluidas de etanol.- Se usá normalmente soluciones de 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 y 95 % (V/V). Para preparar estas soluciones se debe usar el etanol más pu-

//.ro posible y según las directivas dadas en la Tabla. Se controla su concentración con un alcoholímetro, un densímetro o por medida del índice de refracción.

- 4.4.2 Solución patrón para opalescencia.- A 50 ml de una solución 0,0002 N de cloruro de sodio, se añade 0,5 ml de solución 0,1 N de nitrato de plata y una gota de ácido nítrico concentrado ($d_{20} = 1,39$ g/ml). Se agita la solución y se deja en reposo por cinco minutos.

4.5 Procedimiento

- 4.5.1 Se coloca dentro de una probeta (4.3.2) 1 ml de aceite esencial, medido con una pipeta, pesado con una exactitud de ± 5 mg *.
- 4.5.2 Se coloca la probeta y su contenido en el baño de temperatura constante (4.3.3) mantenido a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- 4.5.3 Usando la bureta (4.3.1), se añade la solución diluida de etanol de concentración conocida (4.4.1) -el cual se debe haber llevado previamente a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ - en incrementos de 0,1 ml hasta que el aceite se disuelva completamente, agitando frecuente y vigorosamente durante la adición del solvente. Cuando la solución sea perfectamente clara, se anota el volumen de la solución de etanol (4.4.1) añadido.
- 4.5.4 Se continúa añadiendo el solvente en incrementos de 0,5 ml hasta llegar a 20 ml y se sigue agitando después de cada adición. Si la solución se pone turbia u opalescente antes de haber agregado un volumen total de 20 ml de etanol, se anota el volumen en el momento en que aparece la turbidez u opalescencia, y eventualmente el volumen en el cual desaparece (V'').
- 4.5.5 Si no se obtiene una solución clara después de añadir 20 ml de solvente, se repite el procedimiento con la siguiente concentración más alta de la solución de etanol dada en la Tabla.

* Cuando el estado físico del aceite esencial no permite utilizar una pipeta, se pesa $1 \text{ g} \pm 0,005 \text{ g}$ del mismo. En este caso los resultados se deben expresar en peso y volumen.

4.6 Expresión de resultados

4.6.1 Sí:

V es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución t necesaria para obtener una solución clara;

V' es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución t, que produce turbidez, seguida de claridad, si ello ocurre;

V'' es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución t, en el cual desaparece la turbidez.

La solubilidad del aceite esencia en la solución diluida de etanol de concentración t será: el volumen en V volúmenes con turbidez entre V' y V'' volúmenes.

4.6.2 Exactitud de los resultados.- Se expresan los valores V, V' y V'' por números hasta con un decimal. Si la solución no es completamente clara sino sólo opalescente, se anota si la opalescencia es "mayor que", "igual a" ó "menor que" aquella de la solución patrón (4.4.2)

4.7 Informe

4.7.1 El informe del ensayo debe mencionar, además de los resultados, el método empleado, el método de expresión de resultados, cualquier particularidad observada durante las determinaciones y cualquier detalle no señalado en esta Norma o considerada como opcional, pero que pueda haber afectado los resultados.

T A B L A

Diluciones de etanol en volumen y en peso

Diluciones: ml de etanol en 100 ml de la mezcla (%v/v) a ± 0,1%	Volumen de agua destilada a 20°C que debe ser aña- dido a 100 ml de etanol al 95% (v/v) a la misma temperatura con una tolerancia en tre ±0,5°C, para la preparación de las diluciones corres- pondientes. ml	Peso de Etanol 95% (v/v)	Peso del Agua a ser añadi- da	Límites de la Densidad Relativa y la densidad aparente		Índice de re- frac- ción a 20° C
				d ₂₀ d ₂₀	d ₂₀ d ₄	
50	95,8	46	54	0,9316 á 0,9320	0,9300 á 0,9304	1,3590
55	77,9	51,1	48,9	0,9214 á 0,9218	0,9198 á 0,9202	1,3598
60	62,9	56,4	43,6	0,9105 á 0,9110	0,9089 á 0,9094	1,3514
65	50,2	61,9	38,1	0,8990 á 0,8994	0,8974 á 0,8978	1,3525
70	39,1	67,5	32,4	0,8863 á 0,8873	0,8852 á 0,8857	1,3633
75	29,5	73,4	26,6	0,8740 á 0,8745	0,8725 á 0,8730	1,3640
80	20,9	78,5	20,4	0,8604 á 0,8610	0,8589 á 0,8595	1,3648
85	13,3	86	14	0,8460 á 0,8466	0,8445 á 0,8451	1,3648
90	6,4	92,7	7,3	0,8303 á 0,8309	0,8288 á 0,8294	1,3645
95	0,0	100	0	0,8123 á 0,8131	0,8109 á 0,8117	1,3638

1 OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece el método de determinación del índice de acidez de los aceites esenciales.

2 DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

índice de acidez del aceite esencial (I.A.): Es la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio, necesario para neutralizar los ácidos libres contenidos en 1 g de aceite esencial.

3 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

La toma de muestras se realizará según la NTP 319.079 .

4 MÉTODOS DE ENSAYO

4.1 Preparación de la muestra

4.1.1 La muestra se prepara según la NTP 319.077 .

4.2 Principio del método

4.2.1 Se basa en la neutralización de los ácidos libres por una solución alcohólica de hidróxido de potasio.

4.3 Aparatos

4.3.1 Bureta de 25 ml , con llave, graduada al 0,1 .

4.3.2 Pipeta volumétrica de 5 ml .

4.3.3 Dispositivo de saponificación formado por un balón de vidrio resistente a los álcalis, de 100 ml a 200 ml de capacidad, al cual se puede

adaptar con miras a la determinación ulterior del índice de éster, un tubo de vidrio que sirva de refrigerante a reflujo, con una longitud no menor de 1 m y con aproximadamente 1 cm de diámetro interno.

4.4 Reactivos

4.4.1 Etanol: Solución al 95 % (V/V) a 20 °C recientemente neutralizado con la solución de hidróxido de potasio (apartado 4.4.2) en presencia de fenolftaleína (apartado 4.4.3) o de rojo de fenol (apartado 4.4.4), cuando el aceite esencial posee componentes que contienen grupos fenólicos.

4.4.2 Hidróxido de potasio: Solución de aproximadamente 0,1 N (o de normalidad indicada en la Norma específica del aceite esencial) en etanol, controlada diariamente.

4.4.3 Fenolftaleína: Solución de 2 g por litro en etanol al 95 % (V/V).

4.4.4 Rojo de Fenol: Solución de 0,4 g por litro en etanol al 20 % (V/V).

4.5 Procedimiento

4.5.1 Una vez pesada la muestra, ésta se introduce en el dispositivo de saponificación.

4.5.2 Se agregan 5 ml de etanol (apartado 4.4.1), 5 gotas de fenolftaleína (apartado 4.4.3) (excepto en el caso de aceites esenciales fenólicos en los cuales es necesario usar 5 gotas de rojo de fenol (apartado 4.4.4)) y se neutraliza la solución con hidróxido de potasio (apartado 4.4.2) hasta la aparición de una coloración que persista por algunos segundos.

4.5.3 Eventualmente, se reserva el balón y su contenido para la determinación del índice de éster (véase NTP 319.088)

4.6 Expresión de los Resultados

4.6.1 Sea:

P : El peso, en gramos, de la muestra ensayada;

V : el volumen, en mililitros, de hidróxido de potasio (apartado 4.4.2) utilizado

El índice de acidez se encuentra por la siguiente fórmula y se expresa con un decimal.

$$\frac{5,61 \times V}{P}$$

ANEXO H: Norma Técnica Peruana ITINTEC 319.076

NORMA TÉCNICA NACIONAL	ACEITES ESENCIALES Determinación del Poder Rotatorio Específico y de la Desviación Polarimétrica (*)	ITINTEC 319.076 Diciembre 1974
 <u>NORMAS A CONSULTAR</u> 		
ITINTEC 319.077 Aceites Esenciales. Preparación de la Muestra para Análisis		
1.- <u>OBJETO</u>		
1.1 La presente Norma establece el método de determinación del poder rotatorio específico y de la desviación polarimétrica de los aceites esenciales. 1.2 La determinación de la desviación polarimétrica se efectúa generalmente sobre el aceite esencial al natural y la determinación del poder rotatorio específico, sobre el aceite esencial diluido en un solvente.		
2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u>		
2.1 <u>Desviación polarimétrica de un aceite esencial.</u> - Es el ángulo sobre el cual gira el plano de polarización de la luz cuando esta atraviesa cierto espesor de aceite esencial en condiciones determinadas. Por convención en la presente Norma, la desviación polarimétrica es aquella que se mide a través de un espesor de 1 dm, o a través de un espesor diferente convertido a 1 dm; dicha desviación se expresa en grados y minutos, temperatura conocida, generalmente 20°C y en relación a una longitud de onda de luz señalada. Esta dada por la expresión:		
$\alpha = \frac{A}{l} \quad 20^{\circ}\text{C}$		
Donde: A es el ángulo de rotación observado, expresado en grados. l es el espesor de aceite esencial, expresado en decímetros.		
(*) De esta expresión existe otra equivalente que es la rotación polarimétrica (referencia Bruhat). La desviación polarimétrica es, por otra parte, llamada impropriamente "poder rotatorio", expresión que es también utilizada como sinónimo de poder rotatorio específico, lo que da origen a numerosas confusiones.		
31 OCT. 1988		
D. Nº 409-74 ITINTEC-DG/DN del 74-12-30		5 páginas
D.U. 668.5		REPRODUCCION PROHIBIDA

2.1.1 Para facilitar los cálculos, la desviación polarimétrica y el poder rotatorio específico, puedan expresarse igualmente en grados y en centésimos de grado.

2.2 Poder rotatorio específico de un aceite esencial.- Es igual al ángulo sobre el cual rotaría el plano de polarización de la luz si esta atravesara un espesor de 1 dm de una solución convencional de aceite esencial que contuviera 1 g de sustancia activa por mililitro. Se expresa en grados y minutos, a una temperatura conocida, generalmente 20°C, y en relación a una longitud de onda de luz señalada. Está dado por la expresión:

$$\left[\alpha \right]_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{A \times V}{l \times p}$$

Donde:

- A es el ángulo de rotación observado, en grados.
- l es el espesor atravesado en decímetros.
- V es el volumen de la solución, en mililitros.
- p es el peso de la sustancia disuelta, en gramos.

3.- MÉTODOS DE ENSAYO

3.1 Principio del método

Es la medida de la rotación del plano de polarización de la luz, a una longitud de onda definida, al atravesar un espesor determinado de aceite esencial. La longitud de onda es generalmente aquella correspondiente a la línea D del sodio.

3.2 Aparatos

- 3.2.1 Polarímetro cuya precisión debe ser por lo menos igual a ± 2 minutos ó $0,03^\circ$
- 3.2.2 Fuente luminosa: mecanismo que permita la obtención de luz monocromática de una longitud de onda de $589,3 \text{ nm} \pm 0,3 \text{ nm}$, correspondiéndose sensiblemente a la línea D del sodio o de cualquier otra longitud de onda escogida.
- 3.2.3 Tubo de observación de longitud apropiada según la coloración del aceite esencial, por ejemplo:

L = 100 mm \pm 0,05 mm para los aceites de coloración mediana.

L = 200 mm \pm 0,05 mm para los aceites de coloración débil.

L = 50 mm \pm 0,05 mm para los aceites de coloración intensa.

Los tubos de observación deben llevar de preferencia un dispositivo que permita la determinación de la temperatura.

En caso de que la medida deba efectuarse exactamente a 20°C en particular cuando el poder rotatorio específico o la desviación polarimétrica a medir son superiores a 35°, el polarímetro o los tubos de observación deben estar en lo posible provistos de un sistema termostático, de manera de mantener la sustancia a la temperatura de 20°C \pm 0,1°C durante todo el tiempo de la operación.

- 3.2.4 Termómetro de precisión que permita la lectura de temperaturas cercanas a 20°C o de aquellas indicadas en la Norma del producto.
- 3.2.5 Matraces aforados de precisión, con capacidad correspondiente a la del tubo de observación utilizado.

3 Procedimiento

- 3.3.1 Se prepara la muestra a ensayar según la Norma ITINTEC 319.077
- 3.3.2 Se enciende el dispositivo de iluminación y se espera hasta obtener una buena luminosidad. Se regula el polarímetro con el tubo de observación vacío.
- 3.3.3 Para aceites esenciales al natural
 - 3.3.3.1 Se llena el tubo de observación con el aceite esencial que previamente debe haberse llevado a una temperatura de 20°C \pm 1°C ó a otra temperatura especificada.
 - 3.3.3.2 Se debe asegurar que el tubo también esté a la misma temperatura del aceite esencial.
 - 3.3.3.3 Se verifica que no haya dentro del tubo ninguna burbuja de aire.
 - 3.3.3.4 Se coloca el tubo en el polarímetro y se mide la rotación polarimétrica dextrógira o levógira del aceite esencial.
 - 3.3.3.5 Se efectúan varias mediciones y se asegura que los resultados de tres muestras no difieran entre ellas en más de 5 minutos. Se calcula el promedio de estos tres resultados.
- 3.3.4 Para aceites esenciales en solución
 - 3.3.4.1 Se pesa con una precisión de 0,5 mg la cantidad de aceite esencial a analizar.
 - 3.3.4.2 Se coloca en un matraz aforado y se disuelve en el solvente apropiado indicado en la Norma correspondiente.
 - 3.3.4.3 Se coloca el matraz en un baño termostático a 20°C \pm 0,1°C, se completa a volumen con el solvente y se homogeneiza.

3.3.4.4 Se continúa luego según lo indicado en 3.3.3.2

3.4 Expresión de resultados

3.4.1 Para aceites esenciales al natural

3.4.1.1 Sea:

A el valor del ángulo de rotación expresado en grados y minutos.

l la longitud del tubo expresado en decímetros.

P el peso del aceite esencial a 20°C, en gramos por mililitro.

3.4.1.1.1 Los datos sobre constantes analíticas de los aceites esenciales, solo indican frecuentemente la densidad relativa d_{20}^{20} ; es posible en este caso deducir el peso con la ayuda de la expresión

$$\rho = 0,99843 \times d_{20}^{20}$$

3.4.1.2 La desviación polarimétrica expresada en grados y minutos está dada por la siguiente fórmula:

$$\alpha_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{A}{l}$$

3.4.1.3 El poder rotatorio específico expresado en grados y minutos está dado por la fórmula:

$$\left[\alpha \right]_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{A}{l \times x}$$

3.4.1.4 Las desviaciones polarimétricas y los poderes rotatorios específicos dextrógiros o levógiros son afectados respectivamente del signo + y del signo - que preceden al valor numérico. Ejemplo:

$$\alpha_D^{20^\circ\text{C}} = + 73^\circ 45' \quad \text{ó} \quad + 73,75'$$

3.4.2 Para aceites esenciales en solución

3.4.2.1 Sea:

A el valor del ángulo de rotación, expresado en grados.

l la longitud del tubo, expresado en decímetros.

V el volumen de la solución, en mililitros.

P el peso de la sustancia disuelta, en gramos.

3.4.2.2 El poder rotatorio específico, expresado en grados y minutos está dado por la expresión:

$$\left[\alpha \right]_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{A \times V}{l \times P}$$

3.5 Informe

3.5.1 El informe sobre el ensayo debe mencionar además de los resultados, todas las condiciones del ensayo (en especial la longitud del tubo empleado, el solvente y la concentración del aceite esencial en el solvente), los detalles operatorios no previstos en la Norma o facultativos, así como todos los incidentes susceptibles de haber influido sobre los resultados.

ANEXO I: Ficha de información técnica del aceite esencial de romero



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

ESENCIA ROMERO

Datos Físico-Químicos: Esencia romero

Perfume mezcla de sustancias naturales y/o sintéticas.

Líquido límpido, incoloro o ligeramente amarillo-verdoso, de olor característico. Densidad: 1,019 - 1,039 g/ml. Índice refracción: 1,4820 - 1,4930.

Esencia romero oral

Aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* L.

Líquido límpido, incoloro o amarillo pálido, con olor característico. Densidad: 0,895 - 0,920 g/ml. Índice de refracción: 1,4640 - 1,4730.

Propiedades y usos:

La Esencia romero (no oral) es una esencia destinada fundamentalmente como aromatizante en la fabricación de perfumes.

Los principios activos del aceite esencial son pineno, canfeno, borneol, cineol, alcánfor, y limoneno.

Farmacológicamente el aceite esencial es un tónico general, estimulante del sistema nervioso, aperitivo, carminativo, espasmolítico, antiséptico, fungistático, emenagogo, expectorante, y por vía tópica es rubefaciente. Está indicado en astenia, inapetencia, espasmos gastrointestinales, heridas, dermatitis seborreica, mialgias, neuralgias, inflamaciones osteoarticulares, etc...

Dosificación:

Vía oral, 1-4 gotas 1 - 3 veces al día sobre un terrón de azúcar, o bien en cápsulas de 50 mg tomando 2 - 3 al día.

Vía tópica, diluido al 2 – 5 % en solución alcohólica u oleosa.

Efectos secundarios:

Cefaleas, espasmos musculares, gastroenteritis, irritación del endotelio renal, neurotoxicidad (convulsivante), y puede ser abortivo.

Contraindicaciones:

Embarazo, lactancia, niños menores de 6 años, pacientes con problemas digestivos, hepatopatías, enfermedades del sistema nervioso, o alergias respiratorias.

Hipersensibilidad a ésta o a otras esencias.

Obstrucción de vías biliares.

Precauciones:

No superar nunca las dosis prescritas por el médico.

No apto para uso directo.

En uso tópico el aceite esencial produce rubefacción dérmica, debiendo evitarse su aplicación sobre heridas, zona de piel alterada y el contacto con las mucosas.

Guardar el aceite esencial fuera del alcance de los niños.

FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

Conservación: En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ.

Bibliografía: - *Fitoterapia. Vademecum de Prescripción. Plantas Medicinales*. Ed. Masson. 3ª ed. (1998).

ANEXO J: Ficha de información técnica del aceite esencial de eucalipto.



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

ESENCIA EUCALIPTO

Datos Físico-Químicos: Esencia eucalipto

Perfume mezcla de sustancias naturales y/o sintéticas.

Líquido límpido, incoloro o ligeramente amarillento, de olor característico. Insoluble en agua, soluble en etanol cloroformo y éter. Densidad: 0,970 - 0,990 g/ml. Índice refracción: 1,4500 - 1,4600.

Esencia eucalipto oral

Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labille.

Líquido límpido, oleoso, incoloro, de olor característico. Densidad: 0,906 - 0,927 g/ml. Índice refracción: 1,4580 - 1,4700.

Propiedades y usos:

La Esencia eucalipto (no oral) es de una esencia destinada fundamentalmente como aromatizante en la fabricación de perfumes.

Los principios activos del aceite esencial son cineol o eucaliptol (hasta un 95 %, que en su mayor parte desaparece tras el proceso de destilación), monoterpenos (25 %, como alfa-pineno, p-cimeno, limoneno, felandreno), y aldehídos (butiraldehído y capronaldehído). Tiene acción antiséptica, sobretodo de vías respiratorias (por vía oral, inhalatoria, o rectal), así como un efecto mucolítico, expectorante, hipoglucemiante, febrífugo, desodorante, y antihelmíntico. Por vía tópica es antiséptico, antiinflamatorio, y cicatrizante. Está indicado en gripe, resfriados, faringitis, bronquitis, asma, rinitis, sinusitis, traqueítis, diabetes ligeras, cistitis, eczems, irritaciones cutáneas, heridas, y vulvovaginitis.

Dosificación:

Vía oral, en dosis de 1 - 3 gotas con infusión o sobre un terrón de azúcar, 3 - 9 gotas al día.

Efectos secundarios:

Gastroenteritis, hematuria, taquicardia, miosis, cefaleas, broncoespasmos, depresión de los centros respiratorios, y coma. En tratamientos prolongados puede inhibir la movilidad ciliar. El eucaliptol que contiene es neurotóxico y epileptógeno. En aplicación tópica puede producir dermatitis de contacto.

Contraindicaciones:

Embarazo, lactancia, niños menores de 6 años, pacientes con problemas digestivos, hepatopatías, enfermedades del sistema nervioso, o alergias respiratorias. Hipersensibilidad a ésta o a otras esencias. Tampoco administrar tópicamente a niños menores de 2 años.

Precauciones:

No superar nunca las dosis prescritas por el médico. No apto para uso directo.

FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

En caso de prescribir inhalaciones con aceite esencial, practicar previamente un test de tolerancia (aplicar durante 15 segundos y esperar unos 30 minutos).

Interacciones:

Medicamentos sedantes, analgésicos, y anestésicos.
Se ha comprobado que estimula la función de los microsomas hepáticos, con lo que se acelera el proceso de catabolismo, por lo que en general no debe administrarse junto con otras medicaciones.

Conservación:

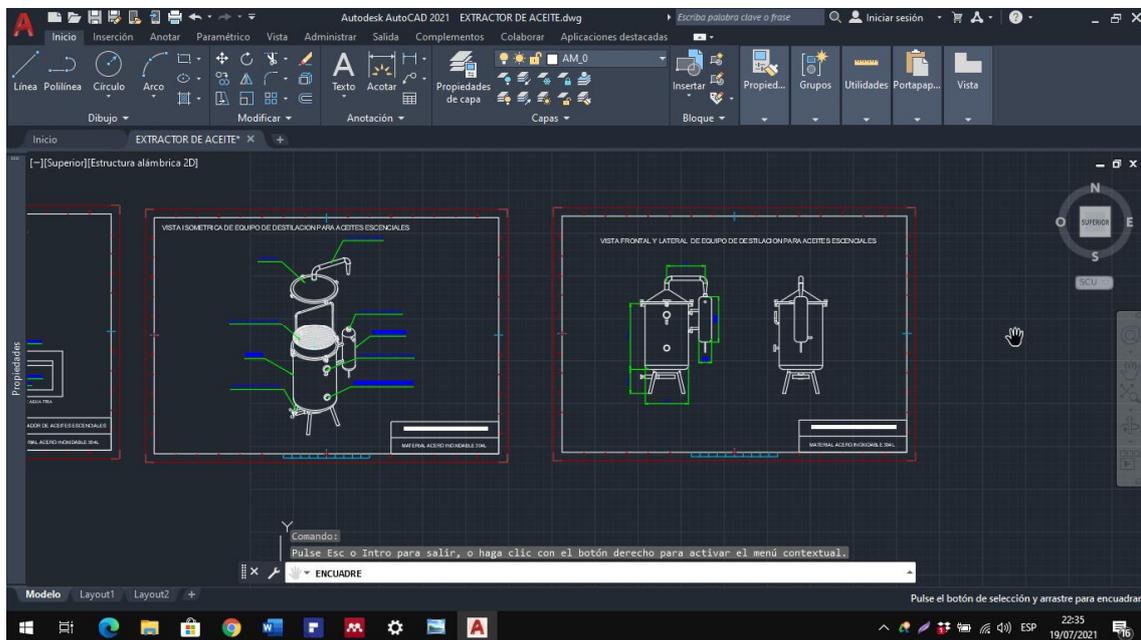
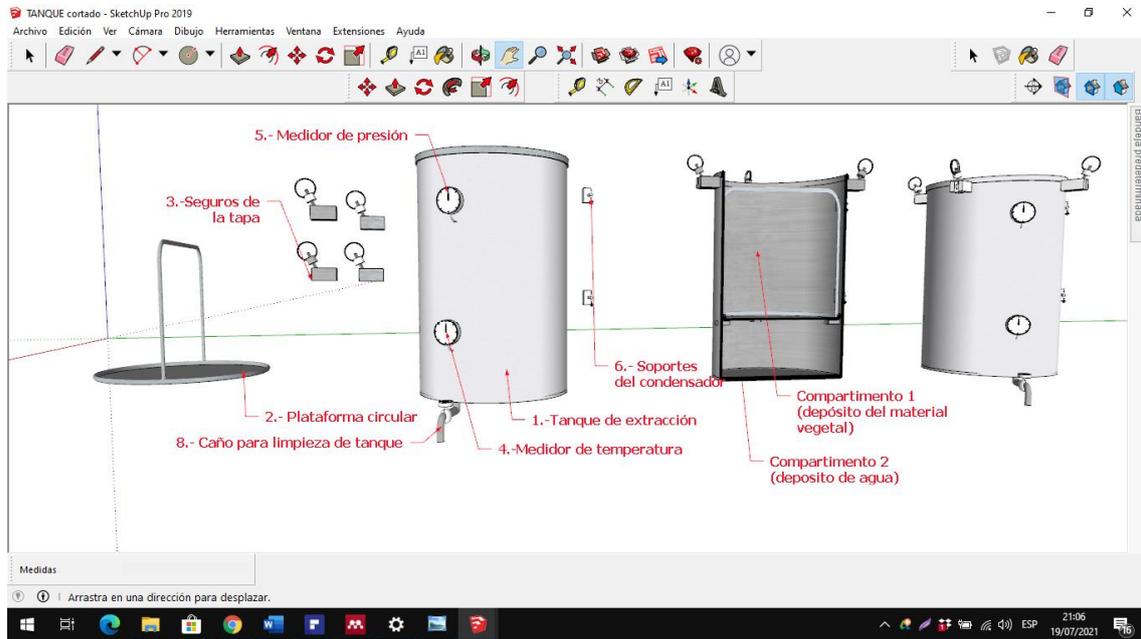
En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ.

Bibliografía:

- *Fitoterapia. Vademecum de Prescripción. Plantas Medicinales*. Ed. Masson. 3ª ed. (1998).

ANEXO K: Evidencias fotográficas del trabajo de investigación

ANEXO K 1. Diseño 3D del equipo extractor de aceites esenciales con los softwares SketchUp Pro 2019 para el diseño en 3D y el programa Autocad 2020



ANEXO K 2. Fabricación del equipo de extracción de aceites esenciales sostenible y ecológico por arrastre a vapor



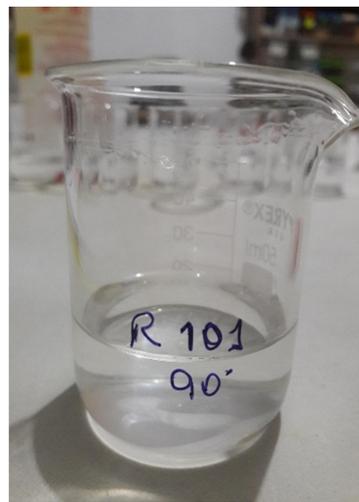
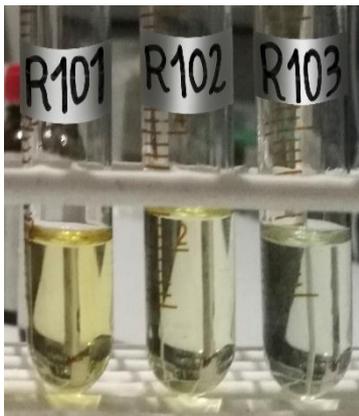
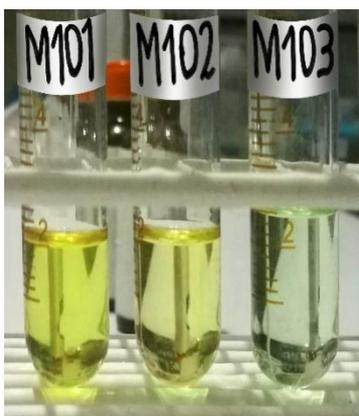
ANEXO K 3. Recolección, selección, pesado y limpieza de las muestras vegetales



ANEXO K 4. Puesta en marcha del equipo y extracción de los aceites esenciales



ANEXO K 5. Caracterización de los aceites esenciales obtenidos



ANEXO K 6. Elaboración de perfumes con los aceites esenciales obtenidos y encuesta de aceptabilidad

