

CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE LA MADERA DE  
«PALO ROSA» (*Aniba rosaeodora* DUCKE), OBTENIDO  
MEDIANTE DESTILACIÓN

CHARACTERISTICS OF ESSENTIAL OIL OBTAINED BY DISTILLATION  
FROM «ROSEWOOD» (*Aniba rosaeodora* DUCKE)

Tania Chacón Pagan<sup>1</sup>, Héctor Enrique Gonzales Mora<sup>1</sup> y Graciela Egoávil Cueva Gálvez<sup>1</sup>

RESUMEN

Se evaluó el aceite esencial obtenido a partir de la madera de «palo rosa» (*Aniba rosaeodora* Ducke), colectada en Tamishiyacu, Loreto. Se obtuvieron tres tamaños de partícula, las cuales fueron destiladas por arrastre de vapor y con agua durante tres tiempos (30, 60 y 90 min). Para el aceite esencial obtenido mediante destilación por arrastre de vapor se obtuvieron los siguientes valores: rendimiento promedio de 0.44 %; densidad promedio 0.8921 g/cm<sup>3</sup> a 20°C; índice de refracción 1474 a 20 °C e índice de acidez 7315. Para el aceite esencial obtenido por destilación con agua se obtuvieron los siguientes valores: rendimiento promedio de 0.47 %; densidad promedio 0.9095 g/cm<sup>3</sup> a 20 °C; índice de refracción 1483 a 20 °C e índice de acidez 8457. En la destilación por arrastre de vapor el rendimiento se ve influenciado por el tamaño de partícula; en la destilación con agua el rendimiento se ve influenciado por el tamaño de partícula y el tiempo de destilación. Por medio de la cromatografía GC – MS se identificó los compuestos terpénicos y ciertos ácidos grasos. El principal componente del aceite esencial identificado fue el linalol, con un porcentaje de 31.4 % en el aceite esencial obtenido mediante la destilación por arrastre de vapor, y 23.7 % en el aceite esencial obtenido por destilación con agua.

Palabras clave: palo rosa, destilación, aceite esencial, linalol, *Aniba rosaeodora*

ABSTRACT

This paper presents the characteristics evaluation of «rosewood» (*Aniba rosaeodora* Ducke) essential oil. The rosewood sample was collected in Tamishiyacu-Loreto. For the essential oil obtained by this method, three particle sizes of particle which were distilled by steam drag method and water during three times (30, 60 and 90 minutes). For the essential oil obtained by distillation by this method the following values were obtained: average performance of 0.44 %; 0.8921 g/cm<sup>3</sup> of average density to 20 °C, 1474 of refractive index average to 20 °C and 7315 of average acid rate. For the essential oil obtained by distillation with water we obtained the following values: average performance of 0.47 %, 0.9095 g/cm<sup>3</sup> of average density to 20 °C, 1483 of average refraction index to 20°C and 8457 of acid rate. In the distillation by drag steam, the performance is influenced by the size of particle; in the distillation with water the performance is influenced by the size of particle and the time of distillation. A chromatography GC-MS identified the terpenes and certain fatty acids components. The main component of the rosewood essential oil was linalool with a 31.4 % in the essential oil obtained by the distillation by steam drag and 23.7 % in the essential oil obtained by distillation with water.

Keywords: rosewood, distillation, essential oil, linalool, *Aniba rosaeodora*

1 Universidad Nacional Agraria La Molina, Área Transformación Química, Dpto. Industrias Forestales, Correo electrónico: egonzales@lamolina.edu.pe

## 1. INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana ofrece una gran diversidad biológica, en la cual se encuentra una variedad de productos forestales no maderables (PFNM), de mucha importancia económica, que son utilizados como alimento, medicinas, abrigo, construcción, etc. Sin embargo, son conocidos únicamente a nivel local, a falta de una visión de desarrollo sostenible que permita darles mayor valor agregado y rentabilidad.

El palo rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), especie con gran potencial para la región amazónica, pertenece a la familia Lauráceae, y se encuentra distribuida en Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela (FAO, citada por la Global Tree Campaign, 2002), del cual se extrae un aceite esencial con un rendimiento de 0.7 a 1.2% (Guenther 1950), que contiene un alto porcentaje de linalol, entre 80-90 % (Watson 1985). Es transformado en derivados para diferentes tipos de industrias, principalmente en la producción de fragancias, actividad muy rentable en países Europeos como Francia; además es utilizado en la fabricación de jabones, fijador de esencias en los perfumes, disolvente de colorantes y resinas; y los esterres del linalol como saborizantes, (Pabón, 1982) (Gonzales, 2000) (Patrón, 1959).

Cabe señalar que en la Amazonía, la explotación de aceite esencial de «palo rosa» fue muy intensa, pero su consumo fue decreciendo debido a la aparición de productos sintéticos; sin embargo, frente a la nueva tendencia de consumir productos de fuentes naturales y el consiguiente aumento de la demanda, se ha suscitado nuevamente el interés por este producto.

En el presente trabajo se evaluaron dos métodos de obtención del aceite esencial extraído de la madera de *Aniba rosaeodora* Ducke «palo rosa»: destilación por arrastre de vapor y destilación en agua, evaluando las variables, el tiempo de destilación y tamaño de partícula de la madera; asimismo, nos hemos propuesto conocer la influencia de las variables sobre las características físico-químicas de los aceites esenciales obtenidos.

Un alcance del presente trabajo ha sido contribuir con la presente información a la ya existente sobre el tema; además lograr que sirva como referente en la obtención del aceite de palo rosa a partir de sus hojas o residuos provenientes de podas y raleos.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

La madera se colectó de 5 árboles caídos en buen estado fitosanitario, provenientes de la zona de Tamishiyacu, aproximadamente en 3° 59' 54" de latitud sur y 73° 09' 43" de longitud oeste, altitud de 108 m.s.n.m; departamento de Loreto. La fase experimental se llevó a cabo en los laboratorios del Área de Transformación Química y Anatomía de la Madera, Departamento de Industria Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales; asimismo, en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y de la Unidad de Servicios de Análisis Químicos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima.

### 2.1 Preparación de la materia prima

Se realizó el estudio anatómico de la madera de los cinco árboles, y se verificó el nombre científico como *Aniba rosaeodora* Ducke. La madera seca al aire fue sometida a la acción de un molino de discos, para luego ser tamizada y mezclada proporcionalmente de cada árbol, obteniéndose tres tamaños de partículas (Cuadro 1). Se usaron tamices No. 35 y 60, Serie Tyler, con aberturas de 0.50 mm y 0.25 mm, respectivamente.

Cuadro 1: Tamaño de partículas obtenidas para las destilaciones

Fracción	Tipo de partícula	Tamaño de partículas
R35	Partícula gruesa	mayores a 0.50 mm
R60	Partícula media	entre 0.25 y 0.50 mm
P60	Partícula fina	menores de 0.25 mm

Cuadro 2: Condiciones generales de trabajo para ambas destilaciones

Presión atmosférica (mmHg)	756
Temperatura media (°C)	19°C
Altitud	238
Tiempo de destilación (min)	30, 60 y 90
Flujo de agua de destilación (mL/hora)	490
Temperatura del vapor de ebullición (°C)	90
Temperatura del agua de entrada de la destilación (°C)	21
Temperatura del agua de salida de la destilación (°C)	23
Temperatura del agua destilada (°C)	24

Cuadro 3: Variables y niveles de trabajo para ambos métodos de destilación

Tiempo	Tamaño de Partícula		
30 minutos	R35	R60	P60
60 minutos	R35	R60	P60
90 minutos	R35	R60	P60

## 2.2 Obtención del aceite esencial

Se aplicaron los métodos de destilación con agua y destilación por arrastre de vapor, cuyas condiciones generales de trabajo para ambos métodos se muestran en el Cuadro 2. En cada destilación se evaluó la influencia de dos variables: tamaño de partícula y tiempo de destilación, cada una con tres niveles (Cuadro 3). El aceite esencial obtenido en ambas destilaciones se almacenó para su posterior análisis a 9°C en frascos de vidrio ámbar a fin de evitar reacciones de oxidación por acción de la luz.

## 2.3 Rendimiento del aceite esencial

El rendimiento (R%) del aceite esencial se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R\% = \frac{ma \text{ (g)}}{msm \text{ (g)}} \times 100$$

Donde, ma: masa del aceite esencial; msm: masa seca de la muestra

## 2.4 Caracterización del aceite esencial de palo rosa

La caracterización del aceite esencial de palo rosa se realizó mediante los siguientes análisis:

- Densidad según NTP 319.081.

- Índice de refracción, según NTP 319.075.
- Índice de acidez, según NTP 319.085.
- Cromatografía de gases-masa (GC-MS) se efectuó a las muestras cuyas variables correspondieron al tiempo medio (60 minutos) y tamaño medio de partículas en cada método de destilación. Las condiciones de trabajo se señalan en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Especificaciones de trabajo-Cromatógrafo de Gases-Masa (CG-MS)

Marca y modelo del cromatógrafo	Perkin Elmer - Auto System XL
Espectrómetro de masas	Turbomass
Columna	Medianamente polar SUPELCO 608
Temperatura del Homo	80 °C (8.5 min) 45 °C/min hasta 150 °C 8 °C/min hasta 280 °C (12 min)
Inyector	80 °C (0.2), 50°/min hasta 100 °C (5 min) 50 °C min hasta 300 °C hasta final de la corrida
Volumen inyectado	1.5 µL
Split	[50:1]
Gas de arrastre	Helio 20.8 psi (1.73 mL/min)

## 2.5 Análisis estadístico

La evaluación de datos se realizó de acuerdo al plan experimental 3<sup>2</sup>, con la ayuda de los programas «STATGRAPHICS Plus» v.3.0, «STAT-PLUS» v.2.0 y «STATISTICA» v.2.0. En el análisis se evaluaron los efectos de las dos variables (factores) y sus interacciones sobre las respuestas (resultados). El diseño corrió en dos bloques y el orden de los experimentos fue completamente randomizado. El análisis de la influencia de las variables sobre los resultados se efectuó, previa evaluación del análisis de variancia, mediante la prueba F. Se tomó como referencia el nivel de confianza con 95 % de probabilidad ( $p = 0.05$ ); eventualmente, el valor de  $p$  pudo variar a fin de explicar algunos resultados. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente:

$$Y = k_0 - k_1 A - k_2 B - k_3 AB - k_4 A^2 - k_5 B^2 + E$$

Los valores de Y correspondieron a los valores promedios de las respuestas o resultados de los siguientes ensayos: rendimiento, densidad, índice de refracción e índice de acidez del aceite esencial de «palo rosa».

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Rendimiento del aceite esencial

Los valores de rendimiento del aceite esencial obtenidos en ambos métodos de destilación se presentan en la Figura 1. En la que se puede apreciar que el rendimiento promedio obtenido mediante la destilación con agua (0.47 %) es ligeramente superior al rendimiento promedio obtenido por arrastre de vapor (0.44 %). Estos valores se encuentran fuera del rango establecido por Guenther (1950), quien señala valores de rendimiento del aceite esencial de «palo rosa» entre 0.7 % y 1.2 % referido a peso seco de la madera.

Por otro lado, se observa que el rendimiento promedio en la destilación con agua es mayor que en arrastre por vapor; sin embargo, éste es superior para tamaño de partículas grandes (R35) y medianas (R60), por tanto, es el rendimiento de la partícula fina (P60) la que hace superior los valores de rendimiento promedio en la destilación con agua. Este descenso en el rendimiento de aceite esencial en la partícula fina (P60), por el método de arrastre con vapor, se pudo deber a un efecto de compactación de las partículas finas, lo cual dificultó el paso del vapor

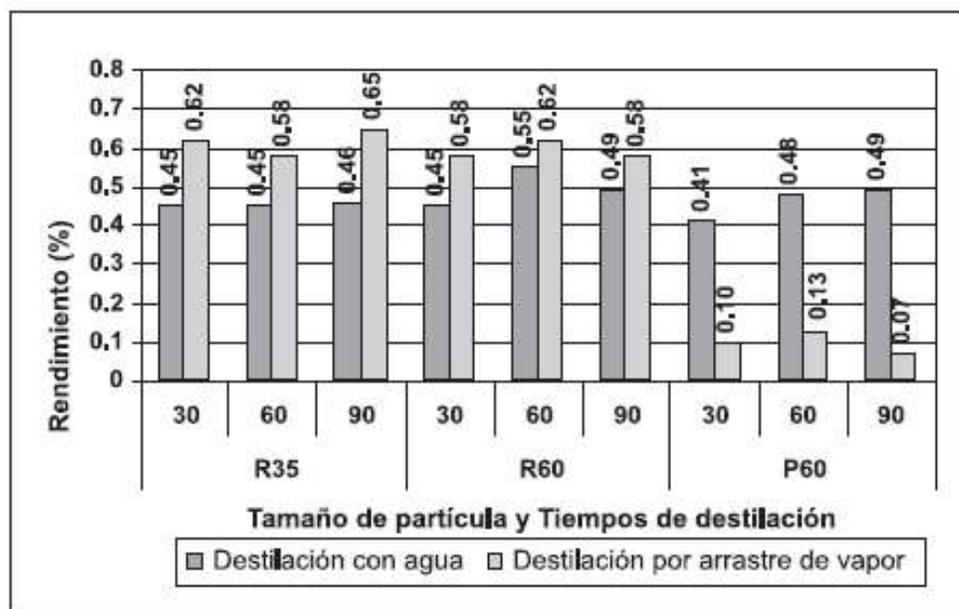


Figura 1: Rendimientos obtenidos en ambos métodos.

de agua a través de ellas y, por consiguiente, su acción haya sido mínima. La superficie de respuesta de las variaciones del rendimiento en función de las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación por arrastre de vapor se muestra en la Figura 2. La ecuación de regresión del rendimiento en función a las variables es:

$$\text{Rendimiento} = 0.5933 + 0.2583 * \text{Tamaño} - 0.235 * \text{Tamaño}^2$$

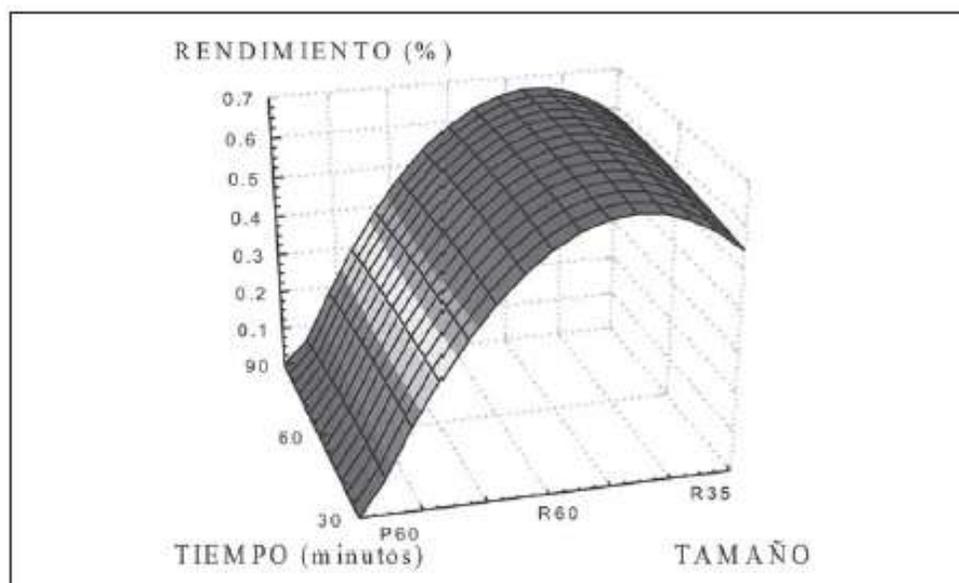


Figura 2: Superficie de respuesta de las variaciones del rendimiento en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación por arrastre de vapor.

El análisis estadístico, con un coeficiente de regresión de 98.6 %, muestra que existe una relación cuadrática altamente significativa entre los valores del tamaño de partícula por destilar y el rendimiento; esto es, conforme aumenta el tamaño de partícula también lo hace el rendimiento, aunque el incremento de éste es cada vez menor. Por otra parte, no se encontró significancia entre el tiempo de destilación y el rendimiento. Para tamaños de partícula fina (P60), se observan rendimientos muy bajos; esto probablemente se debe a cierto grado de

compactación debido al humedecimiento con el vapor de agua, impidiendo que la acción del vapor de agua produzca una mayor eficiencia. Peralta (1988) señala que el material no debe molerse demasiado para evitar el apelmazamiento de partículas porque afecta negativamente el rendimiento; por otro lado, conforme aumenta el tamaño de la partícula, el rendimiento muestra un aumento significativo, lo cual probablemente se debe a un mayor espacio entre partículas, permitiendo que el vapor de agua presente una acción más eficiente.

La superficie de respuesta de las variaciones de los valores de rendimiento de aceite esencial versus las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua se muestra en la Figura 3. La ecuación de regresión para el rendimiento en función de las variables es:

$$\text{Rendimiento} = 0.52 + 0.0217 * \text{Tiempo} - 0.04 \text{Tamaño}^2 - 0,035 * \text{Tiempo}^2$$

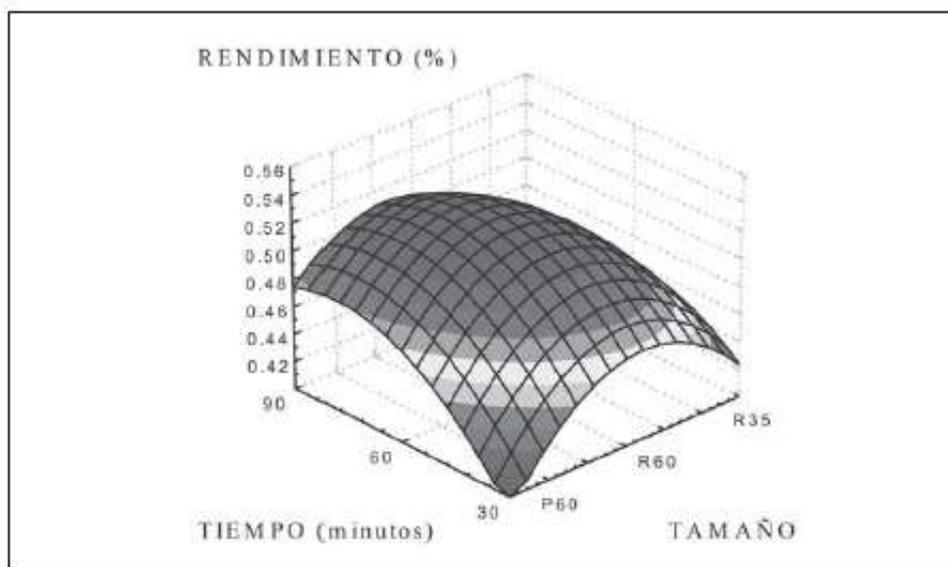


Figura 3: Superficie de respuesta de las variaciones del rendimiento en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua.

El análisis estadístico señala un coeficiente de regresión de 51 %, a un nivel de significancia de 85 %, entre el tiempo de destilación y tamaño de partícula con efecto cuadrático sobre el rendimiento.

Se puede observar que el rendimiento del aceite esencial comienza a descender cuando el tamaño de partícula se aproxima hacia los valores extremos, para tamaños menores «partícula fina (P60)». Esta disminución del rendimiento se pudo deber al mayor esfuerzo mecánico de la materia prima en el astillado, originando que ciertos compuestos del aceite esencial y/o extractivos se hayan volatilizado. En cuanto a la disminución del rendimiento conforme aumenta el tamaño de partícula, de mediana (R60) a gruesa (R35), ésta se debe a que la partícula gruesa, por tener un volumen mayor que la mediana, impide una mayor difusión del agua para el destilado de los compuestos del aceite esencial; también es importante notar que la madera de palo rosa presenta una densidad relativamente alta. Pedroso (1986), lo señala como madera pesada con una densidad de 0.8 - 0.9 g/cm<sup>3</sup>, lo que significa que es un factor que se debe tomar en cuenta en los rendimientos de destilación.

### 3.2 Densidad del aceite esencial

Los valores de densidad del aceite esencial de «palo rosa» se grafican en la Figura 4. La densidad promedio del aceite esencial de «palo rosa», obtenido por destilación con agua, es mayor que la obtenida por arrastre de vapor; mientras que la destilación con agua presenta valores de densidad promedio de 0.909 g/cm<sup>3</sup>, la destilación por arrastre de vapor presenta valores de 0.892 g/cm<sup>3</sup>. Estos valores de densidad son superiores en comparación con los mencionados por Sampaio (1993) y Patrón (1959) que varían entre 0.870 g/cm<sup>3</sup> a 0.889 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

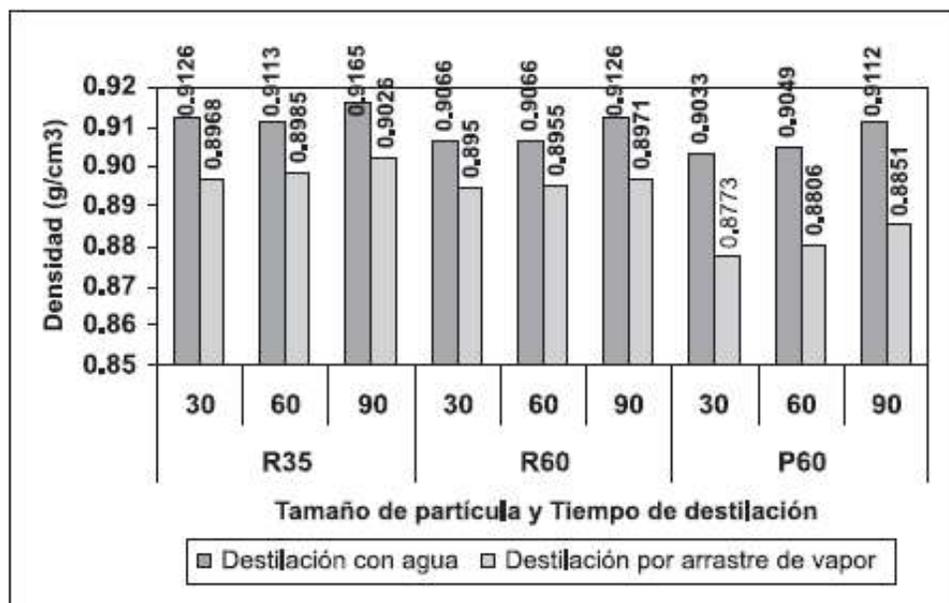


Figura 4: Densidad obtenida en las destilaciones con agua y por arrastre de vapor.

La mayor densidad promedio obtenida en la destilación con agua se debe a una mayor acción del agua sobre la materia prima, favoreciendo de esta manera los destilados de compuestos más pesados.

La superficie de respuesta de las variaciones de densidad en función de las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación por arrastre de vapor se muestra en la Figura 5. La ecuación de regresión es la siguiente:

$$\text{Densidad} = 0.8959 + 0.0092 * \text{Tamaño} + 0.0026 * \text{Tiempo} - 0.0057 * \text{Tamaño}^2$$

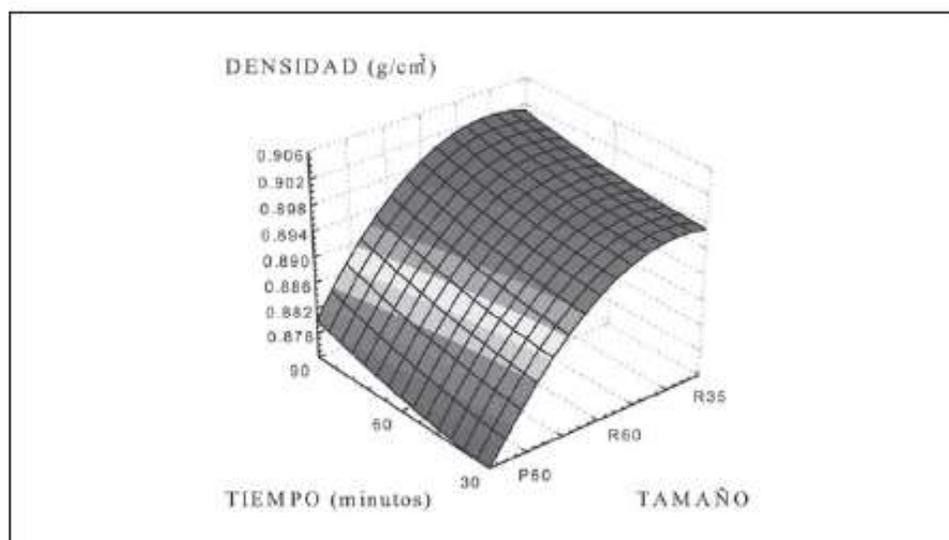


Figura 5: Superficie de respuesta de las variaciones de la densidad en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación por arrastre de vapor.

El análisis estadístico arrojó un coeficiente de correlación de 97,5 %, a un nivel de confianza significativo entre ambos factores con la densidad. La relación encontrada en el tamaño de partícula por destilar y la densidad es mayor en comparación al tiempo de destilación con la densidad. Conforme aumenta el tamaño de partícula aumenta la densidad, notándose que el incremento de ésta se reduce conforme se aumenta el tamaño de partícula. Probablemente, el aceite obtenido de partículas finas (P60) presenta componentes diferentes que el obtenido en las partículas de mayor tamaño, debido a la mayor acción mecánica de la materia prima en el astillado. El menor incremento de la densidad al aumentar el tamaño de partícula de mediana (R60) a gruesa (R35), se debe a que el destilado de las partículas medianas presenta componentes diferentes a los obtenidos en las partículas gruesas. Asimismo, al aumentar el tiempo de destilación también aumenta la densidad, debido a que conforme avanza el tiempo de destilación, la acción del vapor de agua es mayor, arrastrando compuestos de mayor peso molecular. Brown & Islip (1954) indican que conforme avanza la destilación se van destilando los compuestos desde los más volátiles hacia los menos volátiles, por lo que se espera que la composición del aceite esencial de los primeros minutos sea diferente al obtenido en los últimos minutos. La superficie de respuesta de las variaciones de la densidad en función de las variaciones tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua se muestra en la Figura 6.

La ecuación de regresión para la densidad en función de las variables es:

$$\text{Densidad} = 0.9067 + 0.0035 * \text{Tamaño} + 0.0030 * \text{Tiempo} + 0.0014 * \text{Tamaño}^2 - 0.001 * \text{Tamaño} * \text{Tiempo} + 0.0029 * \text{Tiempo}^2$$

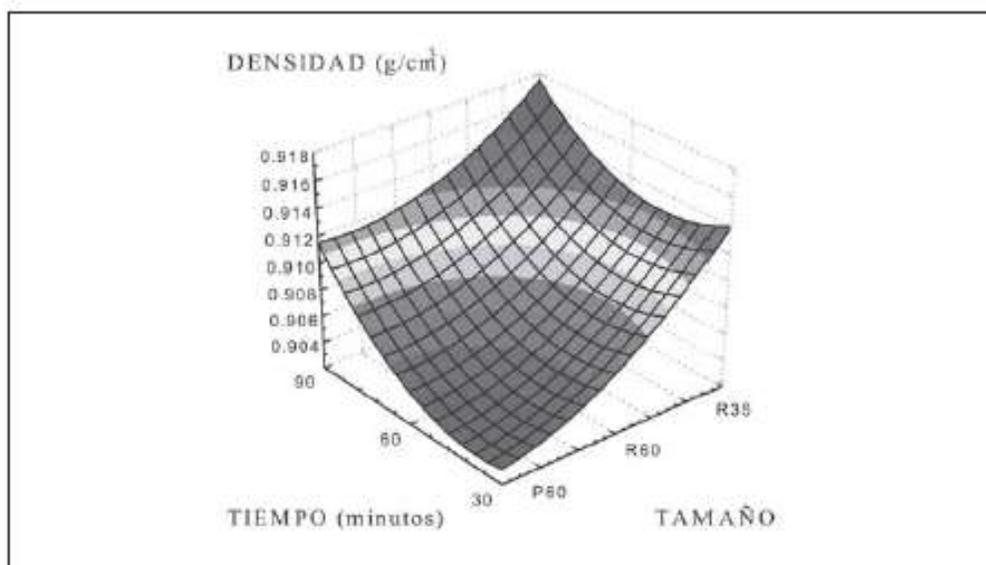


Figura 6: Superficie de respuesta de las variaciones de la densidad en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua.

El análisis estadístico presenta un coeficiente de regresión de 99,5 %, lo que indica que existe una relación cuadrática, significativa y directa, entre los valores de tiempo de destilación y tamaño de partícula con la densidad; es decir, a mayor tiempo de destilación y tamaño de partícula se obtiene un mayor valor de densidad. Probablemente, este aumento se deba a que conforme aumenta el tiempo de destilación, la acción del agua puede producir oxidación e hidrólisis sobre la partícula, la que se va destilando y/o modificando debido a otros componentes más pesados presentes en los extractivos. Además, conforme aumenta el tamaño de las partículas, se obtiene un aceite esencial de mayor densidad. Esto se debe posiblemente a la mayor cantidad de componentes, por efecto del astillado, lo cual hace que la materia prima pierda algunos componentes del aceite esencial.

### 3.3 Índice de refracción del aceite esencial

Los valores de índices de refracción promedios, obtenidos por arrastre de vapor y destilación con agua, son 1474 y 1483, respectivamente (Figura 7). Éstos son superiores a los mencionados por Sampaio (1993), Patrón (1959) y Guenther (1950), quienes reportan valores entre 1458 a 1468. Comparando el índice de refracción promedio alcanzado en ambos métodos de destilación, se observa que los obtenidos en la destilación con agua son mayores a los obtenidos en la destilación por arrastre de vapor. Esto posiblemente se deba a la acción solubilizante, oxidación e hidrólisis del agua sobre los extractivos presentes en la partícula.

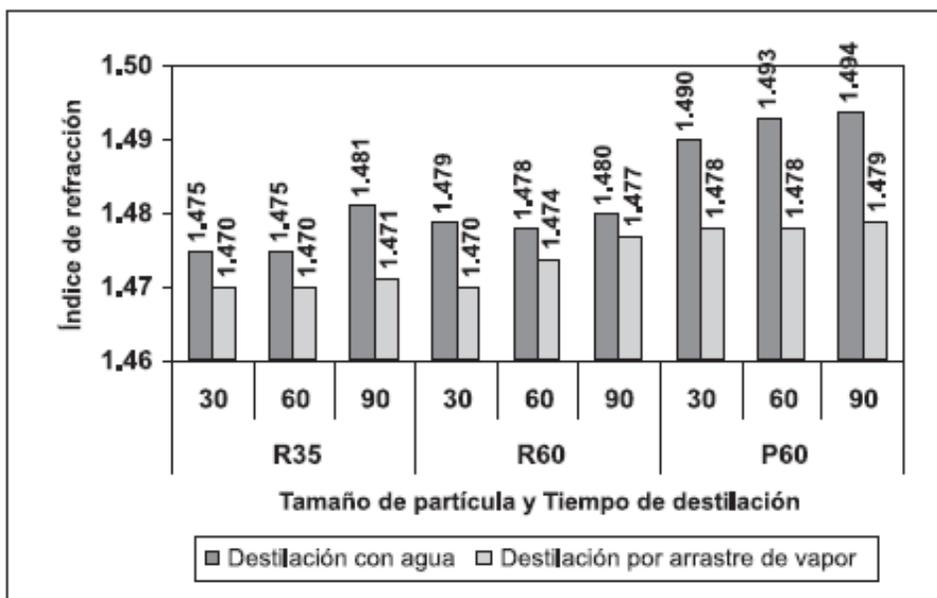


Figura 7: Índices de refracción obtenidos en las destilaciones con agua y por arrastre de vapor.

Los mayores valores de densidad e índice de refracción encontrados en la presente investigación, comparado con lo encontrado por otros autores para la misma especie, nos indica que éstos obtuvieron aceite de mayor pureza. El mayor valor de densidad puede ser un indicio de la presencia de agua u otros compuestos pesados en el destilado, ocasionada probablemente por el método de extracción o por condiciones inherentes a la materia prima; esta última posiblemente se deba a las diferentes proporciones en que se encuentran los componentes del aceite esencial. Por otra parte, el alto valor del índice de refracción se puede deber a la presencia de ciertos compuestos de cadena larga. Al respecto, Mehlenbacher (1979) señala que el índice de refracción en aceites se incrementa conforme aumenta la cadena de los hidrocarburos. La superficie de respuesta de las variaciones del índice de refracción, en función de las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación por arrastre de vapor, se muestra en la Figura 8.

La ecuación de regresión para el índice de refracción en función de las variables es:

$$\text{Índice de refracción} = 1.4741 + 0.004 * \text{Tamaño} + 0.0015 * \text{Tiempo}$$

El análisis estadístico con un coeficiente de regresión de 85.5 % indica que existe una relación lineal, significativa directa, del tiempo de destilación, e inversa del tamaño de partícula con el índice de refracción; con una mayor variación del índice de refracción por efecto del tamaño de partícula, más que con el tiempo de destilación. El aumento del índice de refracción con relación al tiempo de destilación se debe a que conforme progresa la destilación van destilándose otros componentes extractivos, probablemente de mayor peso molecular. Por otra

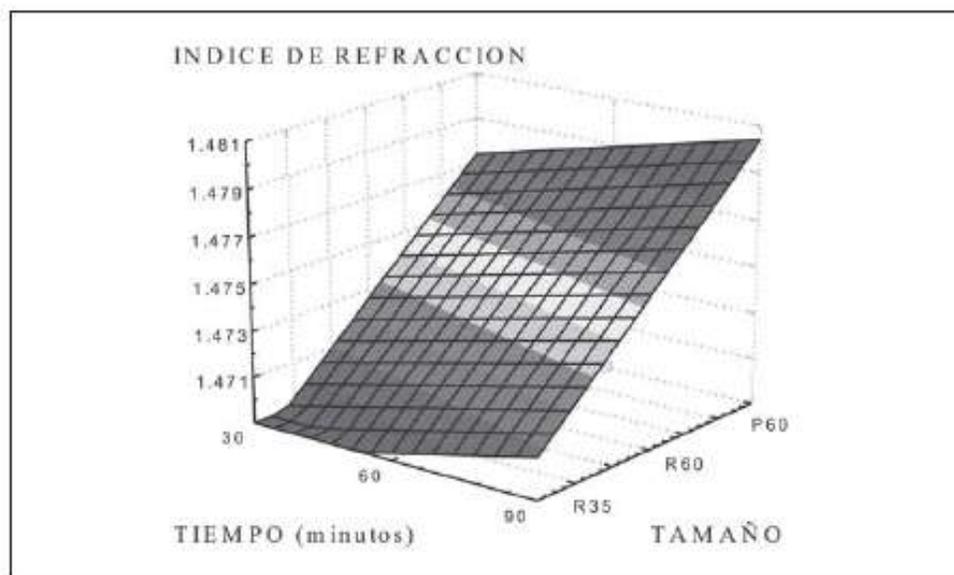


Figura 8: Superficie de respuesta de las variaciones del índice de refracción en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación por arrastre de vapor.

parte, el aumento del índice de refracción con respecto al tamaño de partícula se debe a que en partículas más grandes se presentan más compuestos extractivos con relación a las partículas pequeñas, debido a que estas últimas pierden algunos compuestos durante la preparación de la materia prima. La superficie de respuesta de las variaciones del índice de refracción, en función de las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua, se muestra en la Figura 9.

La ecuación de regresión para el índice de refracción en función de las variables es:

$$\hat{\text{Índice de refracción}} = 1.479 - 0.0077 * \text{Tamaño} + 0.0018 * \text{Tiempo} + 0.0057 * \text{Tamaño}^2$$

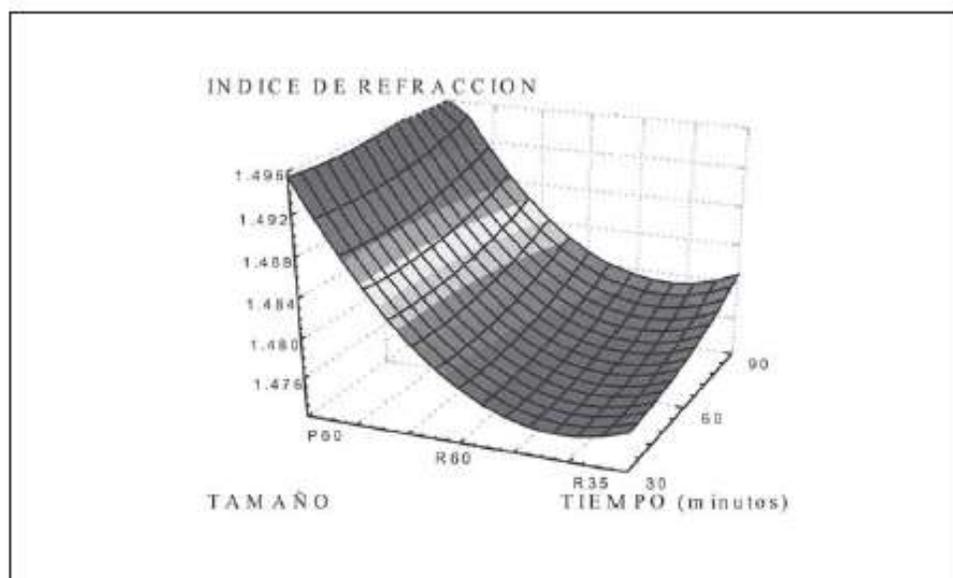


Figura 9: Superficie de respuesta de las variaciones del índice de refracción en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua.

El análisis estadístico con un coeficiente de regresión de 94.9 % indica que existe una relación cuadrática altamente significativa del tamaño de partícula y tiempo de destilación, respecto al índice de refracción; siendo el tamaño de partícula el factor que más influye, ya que el índice de refracción presenta mayor variación con el tamaño de partícula que con el tiempo de destilación.

Las relaciones del tamaño de partícula y del tiempo de destilación con el índice de refracción son directas; es decir, a mayor tamaño de partícula y tiempo de destilación, el índice de refracción también es mayor. Como en el método anterior, el aumento del índice de refracción con respecto al tiempo de destilación se debe a que conforme progresa la destilación van destilándose compuestos con estructuras moleculares diferentes («compuestos de cadena larga»). El aumento del índice de refracción con relación al tamaño de partícula se debe a que las partículas más grandes presentan más extractivos que las partículas pequeñas, debido a que estas últimas perdieron algunos compuestos durante el proceso de astillado.

### 3.4 Índice de acidez del aceite esencial

En la Figura 10 se observan los valores del índice de acidez obtenidos para ambos métodos de destilación.

El índice de acidez promedio obtenido por destilación con arrastre de vapor es menor que el obtenido por destilación con agua; con valores de 7315 y 8457, respectivamente. El índice de acidez obtenido por destilación con agua es mayor debido a que el contacto del agua con los extractivos, produce acidificación en ellos, por oxidación o hidrólisis, elevando de esta manera los valores de acidez. Al respecto, Matissek et al. (1992) señala que valores de índice de acidez entre 1 y 10 corresponden a aceites y grasas no refinados; los obtenidos para el «palo rosa» se encuentran entre estos valores, lo cual indica que se trata de un aceite no refinado, señalándonos que para consumo humano tiene que refinarse. Los valores de estos aceites fluctúan entre 0.2 y 1.

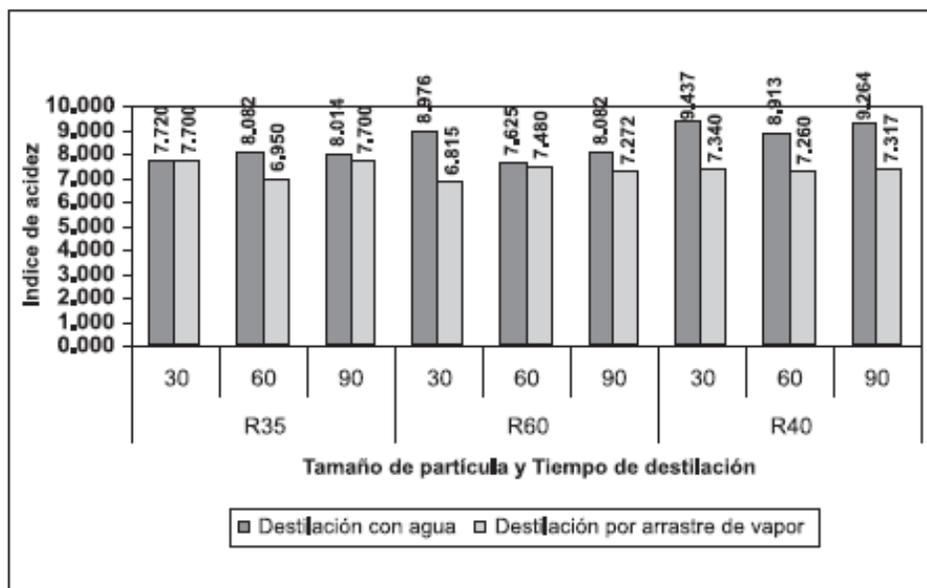


Figura 10: Índices de acidez obtenidos en las destilaciones con agua y por arrastre de vapor.

La superficie de respuesta de las variaciones del índice de acidez, en función de las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua, se muestra en la Figura 11.

La ecuación de regresión para el índice de acidez en función de las variables es:

$$\text{Índice de acidez} = 8,457 - 0,633 * \text{Tamaño}$$

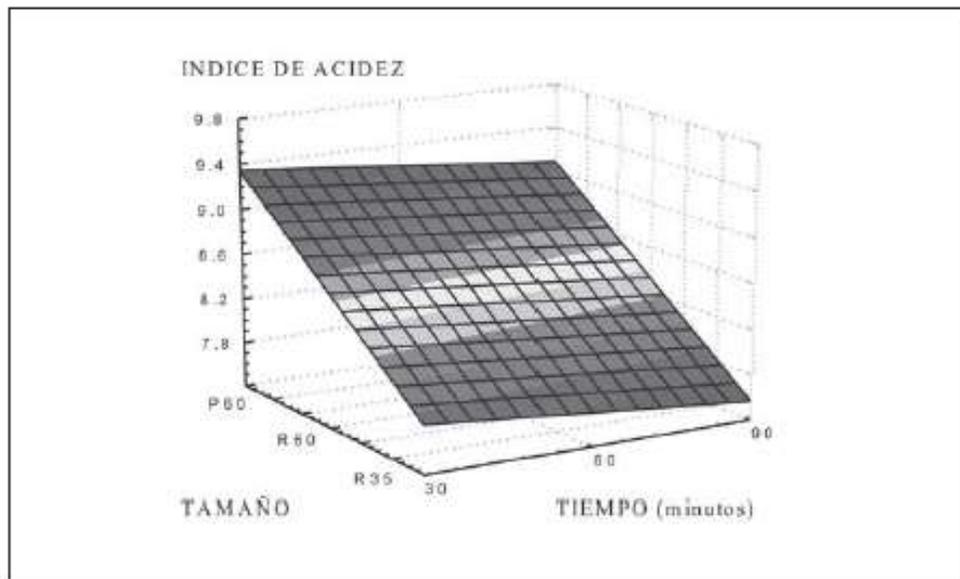


Figura 11: Superficie de respuesta de las variaciones del índice de acidez en función del tiempo de destilación y tamaño de partícula en la destilación con agua.

El análisis estadístico con un coeficiente de regresión de 58% indica que existe una relación significativa lineal e indirecta entre el índice de acidez y el tamaño de partícula; es decir, a menor tamaño de partícula se presenta un mayor índice de acidez. El aumento de acidez conforme disminuye el tamaño de partícula se debe a que partículas de menor tamaño durante el tiempo de almacenaje, antes de la destilación, tienen mayor superficie de contacto con el medio ambiente y en menor grado las partículas de mayor tamaño, lo que probablemente pudo acidificar ciertos componentes del aceite esencial y/u otros extractivos presentes en ellas.

### 3.5 Análisis químicos mediante cromatografía de gases-masa (CG-MS)

Los principales compuestos identificados mediante la cromatografía de gases-masa (CG-MS) del aceite esencial de «palo rosa», obtenidos con destilación por arrastre de vapor, y por agua, se indican en el Cuadro 5. En ambos análisis se puede observar que los principales componentes del aceite esencial de «palo rosa» son el linalol, y el  $\alpha$ -terpinolene; los porcentajes hallados en el aceite esencial obtenido por destilación con vapor de agua para el linalol y  $\alpha$ -terpinolene fueron de 31.39 % y 11.53 %, respectivamente. Mientras que en el aceite esencial obtenido por destilación con agua, el porcentaje de linalol fue de 23.70 % y de  $\alpha$ -terpinolene 12.01 %.

En ambos casos, se puede observar que han destilado los componentes del aceite esencial de «palo rosa», así como otros compuestos más pesados como son los ácidos grasos, los cuales fueron extraídos debido a la solubilización que presentaron los extractivos en la destilación por arrastre de vapor, y también por efecto de hidrólisis y/u oxidaciones ocurridas en la destilación con agua.

Se puede observar que el tiempo de retención tiende a presentar una relación directa con el peso molecular de los compuestos; es decir, a mayor tiempo de retención mayor será el peso molecular de los componentes. Un caso especial se presenta en el componente  $\gamma$ -epoxi - elemene, con un alto tiempo de retención a pesar de su bajo peso molecular. Es probable que este caso particular se deba a que al estar fuertemente ligado a otro componente con alto peso molecular arroje valores con mayores tiempos de retención.

El linalol es el principal compuesto encontrado mediante la cromatografía a gases-masa (CG-MS), coincidiendo con los estudios realizados por Watson (1985), Estrella (1958), Centro de Comercio Internacional (1986), Guenther (1950) y Pabón (1982), quienes reportan en promedio valores de 80 % frente a lo encontrado en la presente investigación de 31.39 %. Este bajo valor es probable que se deba al tiempo que el aceite esencial estuvo almacenado antes de realizarse el análisis. Otros factores que pudieron influir pueden ser: las condiciones

Cuadro 5: Componentes químicos del aceite esencial de “palo rosa” por Cromatografía de Gases-Masa (CG-MS)

Tiempo retención (min)	Compuesto	Peso molecular	Formula	%	
				Agua	Vapor
6.47	Linalol	154	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	23.70	31.39
10.13	Alpha – terpinolene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	12.01	11.53
12.82	Aromandrene 2	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1.20	1.03
12.89	Aromandrene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1.01	0.99
13.75	(-)-caryophyllene oxide	220	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	8.38	6.41
15.67	1 – deoxycepsidol	220	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	4.16	4.22
15.91	Beta – costol	220	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	11.21	10.16
17.24	Acido tetradecanoico	220	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	1.03	0.98
18.82	Acido hexadecanoico	256	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	18.26	16.86
19.69	Acido heptadecanoico	270	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	5.02	4.97
23.67	Dibutyl/of decanedioic acid	314	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>4</sub>	1.02	0.98
27.37	Endecano 3,4 dimethyl ftalato	184	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	3.30	3.29
31.52	Choleste 4,6 – dien 3 ol	384	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O	2.44	2.41
31.94	Gamma – epoxi – elemene	220	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	6.20	4.78

ambientales a las que estuvo expuesto el árbol antes de su volteo o después de éste, la edad del árbol al momento de su volteo, el tiempo que permaneció después de su volteo y antes de ser sometido a la destilación, parte del árbol de donde se sacó la materia prima, y también los procesos o características del equipo utilizado en la obtención del aceite esencial. Este último factor se hace evidente si se comparan los porcentajes de linalol obtenidos en ambos métodos; se puede ver que en la destilación por arrastre de vapor se obtuvo un aceite esencial de mayor pureza en comparación con el aceite esencial obtenido mediante la destilación con agua, con porcentajes de 31.39% y 23.70%, respectivamente.

#### 4. CONCLUSIONES

- El rendimiento de aceite esencial fue mayor en la destilación con agua; sin embargo, en la destilación por arrastre de vapor se obtuvo un aceite de mayor calidad, reflejado en los valores de densidad, índice de refracción e índice de acidez.
- En la destilación por arrastre de vapor, el rendimiento disminuye al reducir el tamaño de la partícula, mientras que en la destilación con agua el rendimiento disminuye al bajar el tiempo de destilación.
- La densidad del aceite esencial, obtenido por ambos métodos de destilación, aumenta conforme aumenta el tamaño de la partícula y el tiempo de destilación.
- El índice de refracción, obtenido por ambos métodos de destilación, aumenta conforme disminuye el tamaño de la partícula y aumenta el tiempo de destilación.
- En la destilación con agua el índice de acidez aumenta conforme va disminuyendo el tamaño de partícula.
- Se identificó al linalol, como componente principal del aceite de «palo rosa», con valores de 31.4 y 23.7% para la destilación por arrastre de vapor y agua, respectivamente.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, E.; ISLIP, T. 1954. Stills for Essential Oils. Memorandum prepared at the Colonial Products Advisory Bureau (Plant and Animal) with the co-operation of the Bureau's Consultative Committee on Essential Oils. Vol. III N°4. Inglaterra. 287-319p.
- CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/GATT. 1986. Aceites Esenciales y Oleorresinas: Estudio de Distintos Productores y de Mercados Importantes. Ginebra, Suiza. 222 p.
- ESTRELLA, H. 1958. Proyecto para la Instalación de una Planta de Destilación al Vapor del Palo rosa en la Ciudad de Iquitos. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Facultad de Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- GLOBAL TREE CAMPAIGN. 2002. Página Web. World Conservation Monitoring Center. [http://www.unep-wcmc.org/trees/trade/ani\\_ros.htm](http://www.unep-wcmc.org/trees/trade/ani_ros.htm)
- GONZALES, E. 2000. Industrias con Productos Diferentes a la Madera. Copias del curso. Fac. Cc. Forestales, Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú. 20 p.
- GUENTHER, E. 1950. The Essential Oils. D. Von Nostrand Company, Inc. Princeton. New Jersey. New York, USA. 752 p.
- MATISSEK, R.; SCHNEPEL, F.; STEINER, G. 1992. Análisis de los Alimentos. Fundamentos – Métodos – Aplicaciones. Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 416 p.
- MEHLENBACHER, V. 1979. Enciclopedia de la Química Industrial – Tomo 6. Análisis de Grasas y Aceites. Ed. URMO. Bilbao, España. 637 p.
- PABÓN, M. 1982. Agrosilvicultura para la Amazonía. Revista Colombia Amazónica Vol. N°1 Dic. 1982. Bogotá, Colombia. 32 – 54p.
- PATRÓN, A. 1959. Obtención del Aceite Esencial de Palo rosa. Tesis para optar el título de Químico. Facultad de Química – Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 32 p.
- PEDROSO, L. 1986. Primer Simposio do Tropico Umido- Flora e Floresta. Vol. II. Silvicultura do Pau-rosa. Brasil, 493 p.
- PERALTA, V. 1988. Aceites Esenciales: Extracción, Análisis y su Potencialidad en la Industria. Tesis para optar el título de Licenciado en Química. Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 104 p.
- SAMPAIO, P. 1993. Rosewood (*Aniba duckei*, Lauraceae). Income Generating Forest and Conservation in Amazonia. Clay, J. W.; Clement, C. R. FAO. Roma. 228 p.
- WATSON, E. 1985. Cultivos Tropicales Adaptados a la Selva Alta Peruana, particularmente al Alto Huallaga. Edición Fondo del Libro, Banco Agrario del Perú. Lima, Perú.