

## MODELAMIENTO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE *Aloysia citriodora* Y *Schinus molle*

### MODELING OF ESSENTIAL OIL EXTRACTION *Aloysia citriodora* and *Schinus molle*

Andrianov Lenin Palacios Ambrocio<sup>1</sup>  
Williams Esteward Castillo Martinez<sup>2</sup>

Fecha de recepción: 17 mayo 2015

Fecha de aceptación: 20 de setiembre 2015

#### Resumen

Los Aceites Esenciales tienen una importante demanda en la industria de alimentos, farmacéutica y de cosméticos. La presente investigación evalúa la cinética extracción de aceite esencial de *Aloysia citriodora* y *Schinus molle* evaluadas a dos caudales de vapor (4 y 6 Kg de vapor/h). Se empleó un equipo de extracción por arrastre de vapor a nivel piloto.

El rendimiento de aceite esencial de las dos materia primas evaluadas se ajustan al modelo matemático de la cinética de Monod y la cinética de extracción de los aceites esenciales de las dos materias primas evaluadas se ajustan al modelo matemático del tipo Exponencial (Solución Explícita de un Ecuación Diferencial de Primer Orden), los modelos brindan una evolución cualitativa y aproximada del comportamiento de la cinética de extracción y del rendimiento del aceite esencial.

**Palabras clave:** *Aceite esencial, arrastre de vapor, modelamiento, cinética de extracción.*

#### Abstrac

Essential oils have a strong demand in the food industry, pharmaceutical and cosmetics. This research evaluates the kinetic extraction of essential oil of *Schinus molle* and *Aloysia citriodora* and evaluated two steam flow (4 to 6 kg of steam/h). Extraction equipment was used by steam at pilot level.

The yield of essential oil of the two raw materials were evaluated in accordance with the mathematical model of Monod kinetics and kinetics of extraction of essential oils from raw samples conform to the mathematical model of the exponential type (explicit solution of Equation first order differential), the models provide a qualitative and approximate evolution of the kinetic behavior of the extraction and yield of essential oil.

**Keywords:** *Essential oil, steam stripping, modeling, extraction kinetics.*

<sup>1</sup>Adscrito a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Santa, Ciudad Universitaria Urb. Bellamar S/N. Nuevo Chimbote Ancash, Perú.  
[alphablondi@hotmail.com](mailto:alphablondi@hotmail.com)

<sup>2</sup>Adscrito a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Santa, Ciudad Universitaria Urb. Bellamar S/N. Nuevo Chimbote Ancash, Perú.  
[williamsscm@hotmail.com](mailto:williamsscm@hotmail.com)

## 1. Introducción

Los aceites esenciales son mezclas homogéneas de compuestos químicos orgánicos, provenientes de una misma familia química, terpenoides. Tienen la propiedad en común, de generar diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. A condiciones ambientales, son líquidos menos densos que el agua, pero más viscosos que ella. Poseen un color en la gama del amarillo, hasta ser transparentes en algunos casos (Teuscher et al., 2005).

El mercado mundial de los aceites esenciales, en crecimiento constante, genera una continua renovación de la tecnología empleada para obtener estos productos. A su vez, incentiva la optimización de los equipos usados diariamente, para aumentar su rentabilidad y eficiencia. El proceso para obtener los aceites esenciales, usado desde la antigüedad hasta el presente, ha demostrado su cualidad de ser amigo del medio ambiente: gracias al mínimo impacto generado; contribuir a cerrar el ciclo de producción-consumo de materiales renovables en nuestro planeta y por el uso del agua, como insumo del proceso.

Una breve revisión sobre la estructura de los aceites esenciales revela que se trata de moléculas complejas, que son típicas para cada planta. Los principales grupos conformantes de los aceites esenciales son los alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ciertos ácidos, organizados en estructuras más complejas de terpenos, sesquiterpenos y otros.

Éstos aceites esenciales pueden extraerse mediante varios métodos: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enflorado y con fluidos supercríticos. En la destilación por arrastre con vapor de agua, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado. La esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la Pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada (Martínez, 2001).

Los usos de los aceites esenciales son muy amplios, aunque básicamente están orientados a la perfumería; la cosmética; la industria farmacéutica, como aditivo e insumo para sintetizar compuestos; la alimentaria, como aditivo y como insumo para la fabricación de productos de higiene personal y de limpieza doméstica. La industria farmacéutica requiere de aceites esenciales "desterpenados", o sea, libres de terpenos, porque se busca sólo los principios activos farmacológicos de la planta, comúnmente los terpenos y sesquiterpenos oxigenados, para complementar un medicamento. En los últimos años, la aromaterapia ha tenido un gran crecimiento y aceptación en el mercado mundial. La comercialización de los aceites esenciales puros, como ingredientes de los productos aromaterápicos, ha creado una mayor demanda y ha motivado la búsqueda de nuevos aromas, más exóticos y con propiedades pseudo-farmacológicas. Otras nuevas aplicaciones surgidas últimamente y con un gran potencial futuro son de ingredientes de para la formulación de biocidas para uso veterinario o agrícola. (RegnaultRoger y col., 2004; Muñoz, 2002)

Desde hace muchas décadas, se asume que el proceso está regido por la vaporización del aceite esencial "libre" o disponible en la superficie de las hojas o flores, cuando una corriente de vapor saturado atraviesa un lecho conformado por este material vegetal (Günther, 1948 citado por Cerpa, 2007). Sin embargo, el rendimiento del proceso no sigue un comportamiento como el calculado por la destilación, porque la velocidad de obtención del aceite disminuye más rápidamente, conforme el tiempo transcurre. Cerpa (2007) afirma que por lo menos existen tres fenómenos controlantes del proceso: (a) una vaporización instantánea del aceite esencial en la interfase de la película, formada en la superficie del material vegetal y el vapor circundante; (b) la difusión del aceite vaporizado al seno de la corriente del vapor circundante, debido a la convección que ejerce el vapor en el lecho, y su inmediato transporte al exterior del equipo; y (c) una exudación (o excreción) del aceite esencial desde el interior de los

tricomas glandulares, a través de su cutícula, a la película superficial del material vegetal. (J. Moreno et al., 2010)

La Destilación por arrastre con vapor de agua, llamado comúnmente: destilación por arrastre de vapor, extracción por arrastre de vapor, hidrodestilación, hidrodifusión o hidroextracción. Sin embargo, no existe un nombre claro y conciso para definirlo, debido a que se desconoce exactamente lo que sucede en el interior de del equipo principal y porque se usan diferentes condiciones del vapor de agua para el proceso. Es así que, cuando se usa vapor saturado o sobrecalentado, fuera del equipo principal, es llamado "destilación por arrastre de vapor" (Günther, 1984). Cuando se usa vapor saturado, pero la materia prima está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor, se le llama "hidrodestilación". Cuando se usa vapor saturado, pero la materia no está en contacto con el agua generadora, sino con un reflujo del condensado formado en el interior del destilador y se asumía que el agua era un agente extractor, se le denominó "hidroextracción" (Palomino y Cerpa, 1999)

La destilación por arrastre con vapor es utilizada para separar sustancias ligeramente volátiles e insolubles en agua, de otros productos no volátiles mezclados con ellas. Para la comprensión de ésta operación, se hace la consideración del comportamiento en la destilación de un sistema de 2 fases formado por dos líquidos, x e y, completamente insolubles entre sí (agua y aceite esencial); cada líquido ejerce su propia tensión de vapor, independiente de la otra. Así, la Presión total (PT), se puede calcular de la siguiente forma:

$$P_T = P_X + P_Y \text{ (a T)} \quad \text{Ecuación (01)}$$

Donde:  $P_X$  = Presión de vapor de X a T y  $P_Y$  = Presión de vapor de Y a T  
El punto de ebullición de la mezcla será aquella temperatura en la que la presión total  $P_T$ , sea igual a la atmosférica.

Puesto que la presión ejercida por un gas (a una temperatura dada) es proporcional a la concentración de sus moléculas, la relación de las presiones de vapor de X e Y en el punto de ebullición de la mezcla será igual a la relación entre el número de moléculas de X y de Y que destilan de la mezcla. Así la composición del vapor se puede calcular de la siguiente forma:

$$N_X/N_Y = P_X/P_Y \quad \text{Ecuación (02)}$$

Donde:  $N_X/N_Y$ : Relación molar de X e Y en el vapor

O bien:

$$W_X/W_Y = (P_X * M_X) / (P_Y * M_Y) \quad \text{Ecuación (03)}$$

Donde:  $W_X/W_Y$ : Relación de pesos de X e Y en el vapor,  $M_X$ : Peso molecular de X,  $M_Y$ : Peso molecular de Y

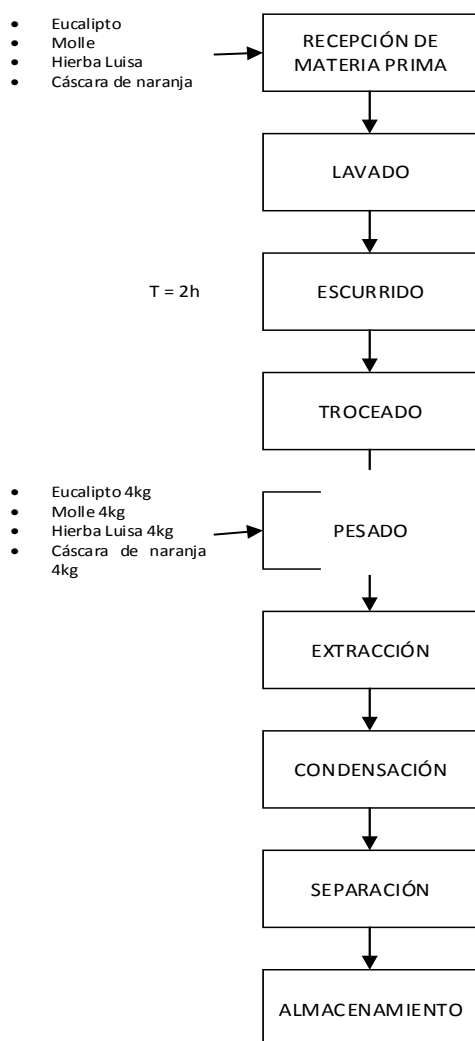
De la Ecuación 03, se puede decir que en la destilación de una mezcla de dos líquidos no miscibles las cantidades relativas en peso de los dos líquidos que se recogen son directamente proporcional a las presiones de vapor de los líquidos a la temperatura de destilación y a sus pesos moleculares. Además, la mezcla destilará a una temperatura constante en tanto exista por lo menos algo de cada uno de los componentes.

## 2. Materiales y métodos

En la investigación se utilizó hierba luisa del valle del Santa y molle de Tangay. Se realizó la evaluación de rendimiento y velocidad de extracción de aceite esencial a partir de las materias primas antes mencionadas.

Para la obtención del aceite esencial se realizaron las siguientes operaciones según la figura 01: *Selección y clasificación*, a fin de homogenizar la muestra y separar frutos dañados. *Pesado, Lavado*, para toda clase partículas adheridas a la cascara, hojas y tallos. *Troceado*, con la finalidad de aumentar la superficie de contacto para la extracción. *Extracción de aceite*

*esencial*, con una unidad discontinua por corriente de vapor mod. UDCA-2/eve. *Condensado, Separación y Almacenamiento*, temperatura de refrigeración de 0-5 °C.



**Figura 1**

*Diagrama de bloques de la obtención de aceite esencial a partir de *Aloysia citriodora* y *Schinus molle**

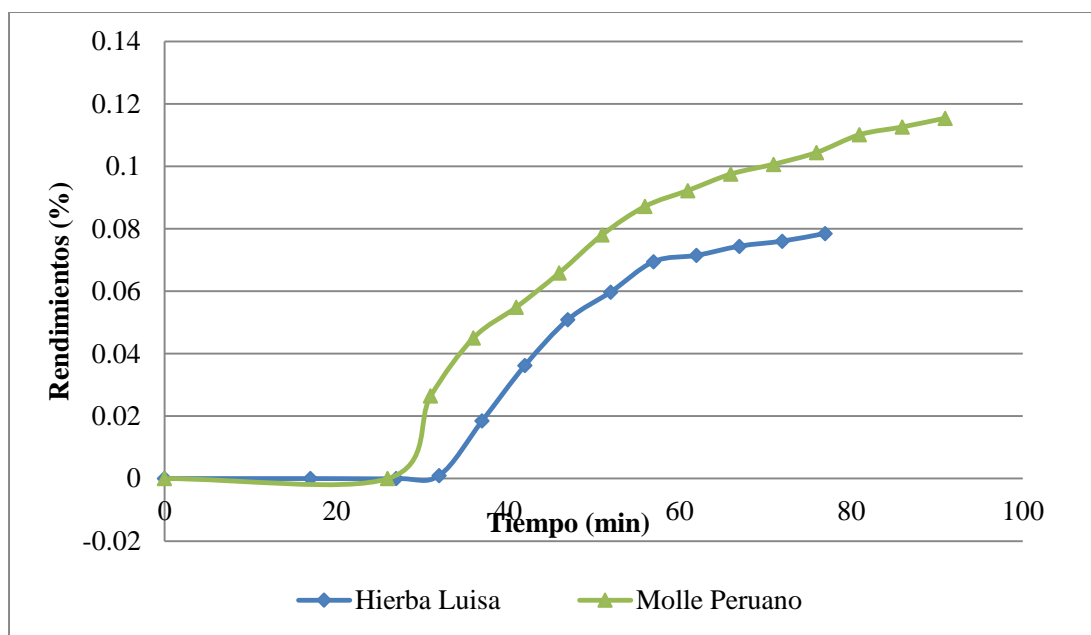
### 3. Resultados

**Tabla 1**

*Rendimientos experimentales y teóricos.*

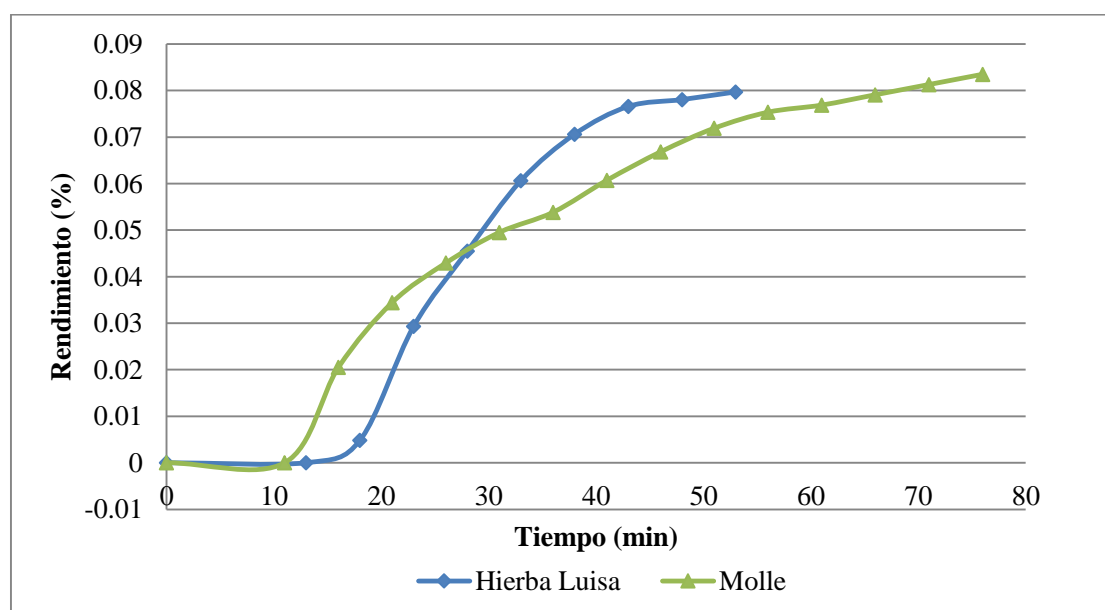
	Caudal de Vapor (Kg/h)	Rendimiento % (*)	Diferencia entre rendimientos experimentales	Rendimiento Teórico % (**)
Aceite Esencial de Molle	4 6	0,1154 0,0835	0,0319	0.72
Aceite Esencial de Hierba Luisa	4 6	0,0785 0,0797	0,0012	0.2 – 0.4

Fuente: \*\*RODRIGUEZ P. Procesos agroindustriales II.



**Figura 1**

Curvas de comparación del rendimiento de aceite esencial de: hierba luisa y molle peruano, extraídos a un caudal de vapor de 4Kg/h.



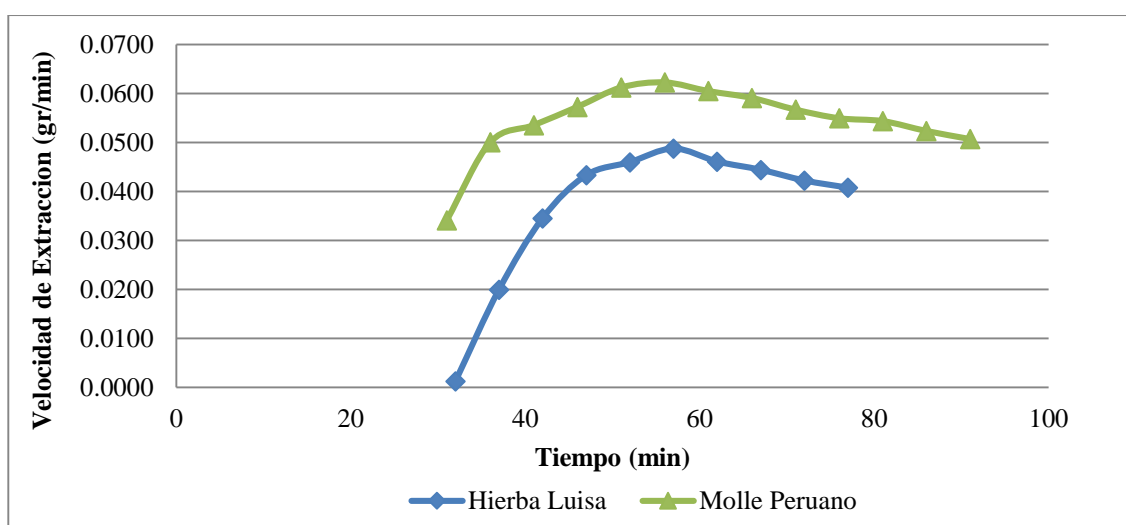
**Figura 2**

Curvas de comparación del rendimiento de aceite esencial de: hierba luisa y molle peruano, extraídos a un caudal de vapor de 6Kg/h.

Según el Tabla 1, los rendimientos prácticos encontrados a diferentes caudales de vapor (4Kg vapor/h y 6Kg vapor/h), presentan una diferencia entre sus rendimientos de: **0,0319%** (aceite esencial de molle), y **0,0012%** (aceite esencial de hierba luisa) los rendimientos de cada materia prima guardan relación con la variación de caudal de vapor, con la porosidad del lecho (compactación de la carga), con los tiempos de llenado y operación; esto es debido a la cantidad

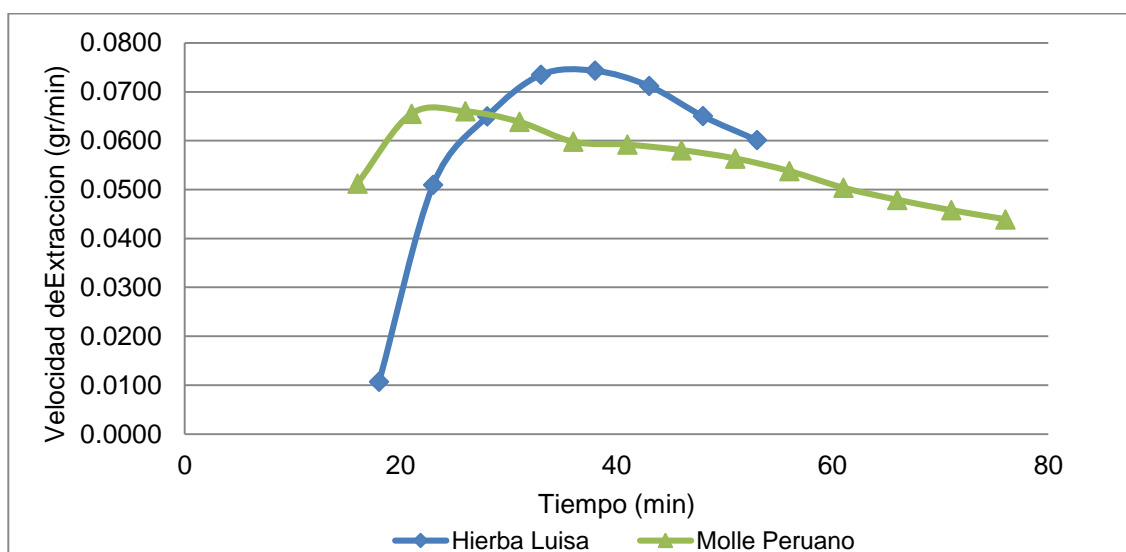
indeterminada de tallos en la carga (*molle* y *hierba luisa*) y a su distribución aleatoria en lecho, por lo tanto parte de la carga no contiene aceite, pero ocupa un volumen importante, distorsionando de esta forma, la posible relación entre el rendimiento y el peso constante de la carga para cada materia prima.

De acuerdo a los Figura 1 y 2, se muestra las comparación de las curvas de rendimiento de aceite esencial de las cuatro materias primas empleadas en el estudio, empleando en esta operación caudales de vapor de  $Q_1=4\text{Kg/h}$  y  $Q_2=6\text{Kg/h}$ . las ocho curvas presentan un comportamiento distinto debido a que el rendimiento varía de acuerdo a la materia prima, a esto se suma las condiciones de cultivo, las condiciones térmicas del vapor usado, el contenido de agua en la planta y a otros factores adicionales.



**Figura 3**

Curvas de comparación de las velocidades de extracción de aceite esencial de: hierba luisa y molle peruano, extraídos a un caudal de vapor de  $4\text{Kg/h}$ .



**Figura 4**

Curvas de comparación de las velocidades de extracción de aceite esencial de: hierba luisa y molle peruano, extraídos a un caudal de vapor de  $6\text{Kg/h}$ .

Según los Figuras 3 y 4, se observa diferencias pronunciadas entre las curvas de velocidad de extracción esto es debido a la influencia de la porosidad del lecho (compactación de la carga), hay una influencia de esta en la velocidad de obtención del aceite esencial, a lo largo del tiempo de obtención al analizar los gráficos 03 y 04 tanto para ambos caudales empleados (Q1 y Q2), se deduce que al mantener el caudal del vapor constante, la velocidad de extracción disminuye conforme la porosidad del lecho aumenta.

Si se realiza una comparación entre los dos caudales de una misma materia prima se puede observar que al mantener la porosidad del lecho constante (compactando de manera similar las dos cargas de la misma materia prima), la velocidad de extracción del aceite aumenta conforme el caudal del vapor se incrementa (de 4Kg/h a 6Kg/h).

Estos resultados indican que la destilación por arrastre de vapor no está regida únicamente por equilibrio liquido-vapor, si no por otros fenómenos físicos generadores de una resistencia al transporte del aceite esencial.

### **Modelamiento matemático del rendimiento y velocidad de extracción de aceites esenciales:**

Se realizó el análisis del rendimiento de los aceites esenciales, ajustando los datos obtenidos a una ecuación del tipo MONOD, ya que el comportamiento de la curva se asemeja a una curva característica de la ecuación de MONOD.

$$R = \frac{R_{\max} * t}{K + t} \quad \text{Ecuación (04)}$$

Donde el valor de  $R_{\max}$  representa el rendimiento máximo de obtención de aceite esencial que se lograría alcanzar durante el proceso estudiado y el valor de K es una constante cinética que depende del tipo extracción, la materia prima, flujo de vapor y carga.

Se realizó el análisis de la velocidad de extracción de los aceites esenciales, ajustando los datos obtenidos a una ecuación del tipo Exponencial (Solución Explicita de un Ecuación Diferencial de Primer Orden), ya que el comportamiento de la curva se asemeja a la curva característica de la ecuación siguiente:

$$F = \frac{x_1 * x_3 (e^{-x_2 t} - e^{-x_1 t})}{x_1 - x_2} \quad \text{Ecuación (05)}$$

Donde el valor de  $X_3$  representa la velocidad infinita de extracción (velocidad máxima de extracción) de obtención de aceite esencial que se lograría alcanzar durante el proceso estudiado y los valores de  $X_1$  y  $X_2$  son constantes cinéticas de la velocidad de extracción que dependen del tipo extracción, la materia prima, flujo de vapor y carga.

**Tabla 2**

*Rendimientos y velocidad de extracción de aceite esencial de molle a 4 Kg vapor/h y 6 Kg vapor/h, para el modelamiento.*

t	Molle				Hierba Luisa			
	Rendimiento % (gr. aceite/gr. m.p)		Velocidad de extracción (gr. aceite/min)		Rendimiento % (gr. aceite/gr. m.p)		Velocidad de extracción (gr. aceite/min)	
	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h
5	0,0265	0,0205	0,0341	0,0512	0,0010	0,0048	0,0013	0,0107
10	0,0451	0,0344	0,0501	0,0655	0,0185	0,0293	0,0200	0,0510
15	0,0549	0,0429	0,0536	0,0660	0,0363	0,0455	0,0345	0,0650
20	0,0659	0,0495	0,0573	0,0639	0,0509	0,0606	0,0433	0,0735
25	0,0781	0,0538	0,0612	0,0598	0,0598	0,0706	0,0460	0,0743
30	0,0872	0,0607	0,0623	0,0592	0,0695	0,0766	0,0487	0,0712
35	0,0923	0,0668	0,0605	0,0581	0,0715	0,0780	0,0461	0,0650
40	0,0975	0,0719	0,0591	0,0564	0,0744	0,0797	0,0444	0,0601
45	0,1007	0,0753	0,0567	0,0538	0,0760		0,0422	
50	0,1044	0,0768	0,0550	0,0504	0,0785		0,0408	
55	0,1101	0,0791	0,0544	0,0479				
60	0,1126	0,0813	0,0524	0,0458				
65	0,1154	0,0835	0,0507	0,0439				

**Tabla 3**

*Parámetros cinéticos de Rendimiento (R<sub>max</sub> y K)*

MODELO MATEMATICO PARA EL RENDIMIENTO	Molle		Hierba Luisa	
	$R = \frac{R_{max} * t}{K + t}$			
FLUJO DE VAPOR	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h
R <sub>max</sub> (%)	0.1656	0.1170	0,1587	0,1584
K (min)	28.314	26.3074	45,742	35,149
R <sup>2</sup>	0.9833	0.98002	0,9889	0,9888
Error promedio (%)	1,98	2,41	10,70	5,97

Donde:

R<sub>max</sub> = Rendimiento máximo en %  
K = constante cinética de rendimiento.

**Tabla 4**

*Parámetros cinéticos de la velocidad de extracción (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> y X<sub>3</sub>)*

MODELO MATEMATICO PARA LA CINETICA DE EXTRACCION	Molle		Hierba Luisa	
	$F = \frac{x_1 * x_3 (e^{-x_2 t} - e^{-x_1 t})}{x_1 - x_2}$			
FLUJO DE VAPOR	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h	(Q <sub>1</sub> ) = 4 Kg/h	(Q <sub>2</sub> ) = 6 Kg/h
X <sub>1</sub> (min <sup>-1</sup> )	3.4421055	3.5281704	0,0522	0,1279
X <sub>2</sub> (min <sup>-1</sup> )	0.01979833	0.02063088	0,0425	0,0269
X <sub>3</sub> (gr/min)	0.23630113	0.18155925	0,2420	0,1881
R <sup>2</sup>	0.8203	0.8589	0,9588	0,9633
Error promedio (%)	9.27	10.60	2,78	0,92

Donde:

F: velocidad



$X_1$  y  $X_2$ : constantes cinéticas de extracción.

$X_3$ : velocidad infinita (máxima velocidad a la que se puede llegar).

#### 4. Discusión

Resultados similares son discutidos por Flores et. al [7.25], el cual obtiene un rendimiento de 0.72% empleando arrastre con vapor, el cual compara con otras especies de cítricos de las cuales el molle es del que se obtiene mayor rendimiento. Godoy B. (2010), obtuvo un rendimiento promedio de 0,82% de aceite esencial, obtenido mediante hidroextracción bajo atmósfera modificada.

Flores et. al (1999) en su trabajo de investigación de "Aceites esenciales con actividad citotóxica", obtuvo un rendimiento de 0.4% de aceite esencial, empleando destilación de arrastre de vapor, este comparo el rendimiento con otras especies (wakatay saiko, ruta graveolens, Juniperus communis, Piper sp, cariophylus aromaticus este con un 1.42%), determinado que el aceite esencial es el segundo con mejor rendimiento.

Quert et. al. (2000) Menciona en su revista de investigación, que existen diferencias significativas en el rendimiento de aceite esencial entre las muestras sometidas a las condiciones de secado al sol y a la sombra. El rendimiento de aceite esencial difiere significativamente en el follaje expuesto al sol con respecto al que ha sido expuesto a la sombra.

#### 5. Conclusiones

La metodología para la extracción de aceite esencial a partir de Molle (*Schinus molle*) y Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*) consiste en la realización de las siguientes etapas: recepción, lavado, escurrido, troceado, pesado, extracción, decantación y almacenamiento.

El mayor rendimiento en base húmeda de aceite esencial obtenido empleando un caudal de 4Kg vapor/hora fue de Molle con 0,1154% y finalmente Hierba luisa con 0,0785%. El mayor rendimiento de aceite esencial empleando un caudal de 6 Kg vapor/h fue de Molle con 0,0835% y finalmente Hierba Luisa con 0,0797%.

La cinética de extracción de aceite esencial depende del caudal de vapor y del tipo de materia prima empleado influyentes en los dos periodos que se dan durante la extracción: tiempo de llenado y tiempo de obtención. Para una misma carga de 4Kg se obtuvo una mayor cinética de extracción empleando un caudal de extracción de 4Kg de vapor/h, con tiempos de obtención de: 50min para Hierba Luisa y 65min para Molle. Para un caudal de 6Kg vapor/hora los tiempos de obtención fueron: 40min Hierba luisa, 65min Molle.

El rendimiento de aceite esencial de las dos materia primas evaluadas se ajustan al modelo matemático de la cinética de Monod y la cinética de extracción de los aceites esenciales de las dos materias primas evaluadas se ajustan al modelo matemático del tipo Exponencial (Solución Explícita de un Ecuación Diferencial de Primer Orden), los modelos brindan una evolución cualitativa y aproximada del comportamiento de la cinética de extracción y del rendimiento del aceite esencial. El modelado predice la evolución del proceso con una precisión aceptable. Lo cual indica que los fenómenos controlantes de la extracción por arrastre de vapor son: el caudal de vapor empleado y el tipo de materia prima utilizado en la extracción del aceite esencial.

#### 6. Referencias

- Bandoni, Arnoldo. (2000). Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Argentina. Editorial Universidad Nacional de la Plata.
- Baser, Khc, Demicakmak, B; Ülker, N. y Hamikdash, SH, (1997). Composición del aceite esencial de *Schinus Molle* L. *Petroleo Res*; 9: 693-696.
- Cerpa Chávez M. (2007). Tesis Doctoral: "Hidrodestilacion De Aceites Esenciales: Modelado Y Caracterizacion", Universidad de valladolid; Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Valladolid, Abril del

- Cuellar Armando (2009). Evaluación del Rendimiento y la actividad de los Aceites esenciales como antimicrobianos; *Eucalyptus globulus*, *Cymbopogon citratus* y *Rosmarinus officinalis* en el distrito de Mbarara (Uganda). Rev. Colombiana cienc. Anim. Anim. 1(2).
- Devia E. Jorge; La Investigación y el Desarrollo de Productos Químicos, 2001; Universidad Eafit; Medellín – Colombia; Revista científica número 122; pp. 47-58
- Fester, F.A. y Martinucci, E.A. (1995) Esencias volátiles argentinas. Imprenta de la Universidad del Litoral. Argentina. 122pp.
- Flores Q. Ester, Velazco A. Patricia, Figueroa S. Nelson y Gimenez T. Alberto. (1999); Aceites Esenciales con propiedades Antimicrobianas; Universidad Mayor San Andrés; Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas; Instituto de Investigaciones Farmaco Bioquímicas.
- Godoy B. Kirianova (2010). Diseño de emulsiones antiinflamatorias a partir del aceite esencial de hojas de *Schinus Molle* l. Estabilizadas con estearato de trietanolamina. Encuentro Científico Internacional 2010 de invierno "Eduardo Gotuzzo Herencia"; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Peru.
- Gonzales V. A. (2004). Obtención de aceites esenciales y extractos etanólicos de plantas del Amazonas; Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Departamento de Ingeniería Química, Abril.
- Guenther, E (1952) The essential Oils - Vol 5- D. Van Nostrand, New York. 165 pp.
- Guenther, Ernest. (1942). The essential Oils. Volumen 1. Editorial New York.
- Günter, E. (1948). The Essential Oils"; Volumen 1: History and origin in Plants Production Analysis, Krieger Publishing: New York, USA.
- Jirovetz, L. (2006). Chemical composition, antimicrobial activities and odor descriptions of some essential oils with characteristic floral-rosy scent. Recent Research. Development Agronomy and Horticulture., 2. pp. 1-12.
- Lima A. Sergio; (2005). Análisis de los Rendimientos Obtenidos de dos Especies de Eucalipto trabajados en Seco a Nivel Laboratorio y a nivel Planta Piloto en la Extracción de su Aceite Esencial; Universidad de San Carlos de Guatemala-GUATEMALA
- Linares S, González N, Gómez E, Usubi A, Darghan E (2005) Efecto de la fertilización, densidad de siembra y tiempo de corte sobre el rendimiento y calidad del aceite esencial extraído de *Cymbopogon citratus* Stapf. Rev. Fac. Agr. Univ. Zulia 55: 252-266.
- Martínez, A. (2001). Aceites esenciales. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. pp. 4-17
- Muñoz, F. (2002). "Plantas Medicinales y Aromáticas: Estudio, cultivo y procesado" Cuarta Edición; Ediciones Mundi- Prensa: Madrid, España.
- Muñoz, F. (2002). Plantas medicinales y aromáticas: Estudio, cultivo y procesado. 4ª Reimpresión. Ediciones Mundi-Prensa: Madrid, España.
- Quert á. Rolando, Miranda M. Migdalia, Leyva C. Benito, García C. Humberto y Gelabert A. Fisma. (2001). Rendimiento de Aceite Esencial en *Pinus Caribaea* Morelet según el Secado al Sol y a la sombra. III; Instituto de Farmacia y Alimentos Universidad de La Habana; Rev Cubana Farm; 35(1):47-50
- Rahman M, Alam M, Khunda M. (1992) Comparative yield performance of essential oil of five *Cymbopogon* species, in Bangladesh. Ind. Perf. 32: 117-123.
- Regnault-Roger, C. Philogéne, B.J.R. y Vincent, C. (2004). Biopesticidas de origen vegetal. 1ª Edición en español. Ediciones Mundi-Prensa: Madrid, España.,

- Ríos, C. J; (2006). Tesis Doctoral: "Identificación y Actividad Farmacológica de principios de especies antiinflamatorias"; Valencia,; [http://www.tesisenxarxa.net/TESIS\\_UV/AVAILABLE/TDX0403108-115541//yueqin.pdf](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UV/AVAILABLE/TDX0403108-115541//yueqin.pdf)
- Skolmen R. G. y Ledig T. F (2009). *Eucalyptus globulus* Labill. Bluegum eucalyptus. Eds. Silvics of North America; Washington, DC: U.S. Department of Agriculture;. <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Eucalyptusglobulus.pdf>
- Teuscher, E. Anton, R. Lobstein, A. (2005). *Plantes Aromatiques. Épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Editions Tec & Doc, Paris, France,
- Velázquez C. Claudia (2008). TESIS: Encapsulación de Aceite Esencial de Naranja en un Secador de Lecho por Fuente Fluidizado con Sólidos Inertes; Escuela Nacional de Ciencias Biológicas - Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos; Instituto Politecnico Nacional; Mexico D.F.; pp. 4-5
- Watson L, Dallwitz Mj. (2008). *The Grass Genera of the World*. Consultado el 26-01-2010.
- Wijesekera, R (1981) *Practical manual on the essential oils industry*. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Viena, Austria. 6 pp.
- Yáñez Rueda, Lugo Mancilla, Parada Parada. (2007). Estudio del aceite esencial de la cascara de naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia); Facultad de Ciencias Basicas; Departamento de Biología y Química; Colombia