

EQUIPO EXPERIMENTAL PARA LA DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR (DAV) DE ACEITES ESENCIALES, Caso: CÁSCARA DE NARANJA DULCE (CITRUS SINESIS)

Milenka Hilda Balboa Laura*

Resumen	Abstract	Resumo
Diseño y construcción de un equipo para someter a destilación por arrastre de vapor cáscaras de naranja dulce. Obteniendo como resultado los aceites esenciales de naranja. El dimensionamiento de la cámara de arrastre permite utilizar 3 k de materia prima desmenuzada. El generador de vapor opera a la presión de 1,15 atm, temperatura 97 °C y un flujo de vapor de 2,1 gramos por segundo. La construcción de este equipo experimental, contribuye al estudio de la destilación por arrastre de vapor, tomando en cuenta sus parámetros, variables y técnicas que mejoran la eficiencia del proceso. PALABRAS CLAVES: Aceites esenciales, presiones de vapor, procesos de separación con transferencia de masa, destilación por arrastre de vapor.	He designed and building a team to subdue stripping of steam sweet orange peels. Resulting in orange essential oils. The sizing of the camera allows you to use drag 3k shredded raw material. The steam generator operating pressure 1,15 atm, 97 ° C temperature and a steam flow of 2.1 grams per second. The construction of this experimental equipment, contributes to the study by steam distillation, taking into account their parameters, variables and techniques that improve process efficiency. KEYWORDS: Essential oils, vapor pressures, separation processes with mass transfer, stripping steam.	Ele projetou e construir uma equipa para subjugar decapagem de vapor cascas de laranja doce. Resultando em óleos essenciais de laranja. O dimensionamento da câmara permite que você use arrastar 3k desfiado matéria-prima. A pressão de operação do gerador de vapor de 1,15 atm, temperatura 97 °C e um fluxo de vapor 2,1 gramas por segundo. A construção deste equipamento experimental, contribui para o estudo de destilação por arrastamento com vapore, tendo em conta os seus parâmetros, variáveis e técnicas que melhoram a eficiência do processo. PALAVRAS-CHAVE: Os óleos essenciais, pressões de vapor, processos de separação com a transferencia de massa, destilação arrastamento com vapore.
History of the article: Received 15 /07/2016. Style review 19/07/2016. Accepted 22/07/2016.		

INTRODUCCIÓN

Aceites esenciales

Son mezclas complejas de compuestos químicos principalmente de: hidrocarburos, terpenos, alcoholes, ésteres, aldehídos aromáticos y fenoles. Forman parte de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales. Por lo general, los aceites esenciales se concentran en reservorios dentro del vegetal (glándulas, conductos, sacos).

Destilación por Arrastre de Vapor (DAV)

La destilación es un proceso físico de separación que usa el calentamiento de materiales líquidos hasta el punto donde uno o varios de sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriando este vapor, se pueden separar componentes líquidos a través de la condensación. Cuando se utiliza vapor saturado o sobrecalentado, producido externamente fuera del equipo principal, (caldera, autoclave de presión o un recipiente adecuado), el proceso se denomina **destilación por arrastre de vapor**. Procedimiento muy utilizado para extraer aceites esenciales¹ de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales, exponiendo sus desechos a la acción del vapor de agua.

Bajo esta perspectiva, en el presente trabajo, se describe la construcción de un destilador por arrastre de vapor experimental para obtener el aceite esencial de la cáscara de naranja dulce (citrus sinensis) con un alto rendimiento. Tomando en cuenta la disponibilidad de la materia prima y su bajo costo.

DESARROLLO

Destilación por Arrastre de Vapor (DAV) y su principio

Al destilar dos líquidos heterogéneos, como en este caso: agua y aceite esencial, cada uno de estos compuestos ejerce su propia presión de vapor. Cuando las presiones de vapor conjuntas alcanzan la presión exterior, la mezcla hierve.

Así, algunos aceites esenciales con puntos de ebullición altos, pueden evaporar a temperaturas cercanas al punto de ebullición del agua. Esta temperatura será inferior al punto de ebullición del componente más volátil. Es decir, que si uno de los líquidos es agua (destilación por arrastre con vapor de agua), y el sistema está a presión atmosférica, se puede separar el compuesto de mayor punto de ebullición a la temperatura de ebullición del agua².

En general, la DAV, es útil para la separación de compuestos que verifican las siguientes condiciones:

- Alta volatilidad,
- Inmiscibles en agua,
- Presión de vapor baja,
- Punto de ebullición alto.

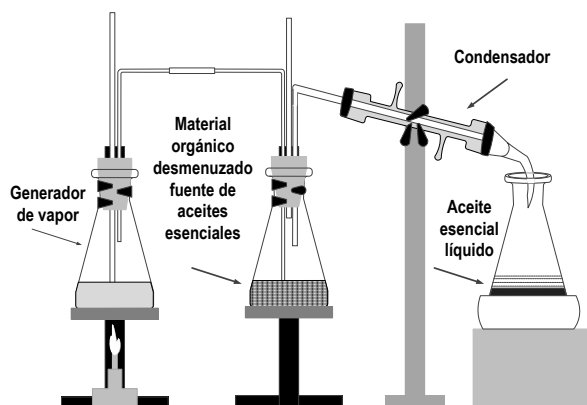
Montaje de laboratorio DAV

La figura 1, muestra el montaje de laboratorio para la DAV, que tiene los siguientes componentes:

Intentando desarrollar un montaje similar pero de mayor capacidad, se construyó un **DAV artesanal** para obtener a través de su funcionamiento, información del proceso físico, de sus variables y de sus parámetros.

¹ Productos naturales de uso en industrias: farmacéuticas, alimenticias y de perfumería principalmente. También, se constituyen en productos alternativos para la elaboración de biopesticidas o bioherbicidas.

² La temperatura de ebullición de una sustancia, varía con la altitud geográfica del lugar: para el agua 100 °C a nivel del mar, y 89 °C a nivel de la ciudad de la Paz.

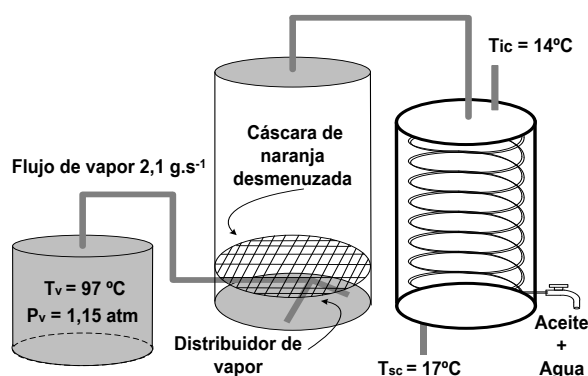


Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Diseño del equipo de destilación

Criterios para el diseño y montaje DAV

A partir de la construcción y experimentación con el sistema DAV artesanal. Se propone la construcción de un DAV para tratar 3k de materia prima. De acuerdo con este dato y el trabajo experimental del sistema DAV artesanal, los parámetros del diseño experimental final corresponden a: La figura 2, muestra el esquema del sistema DAV y el montaje final.



Fuente: Elaboración propia

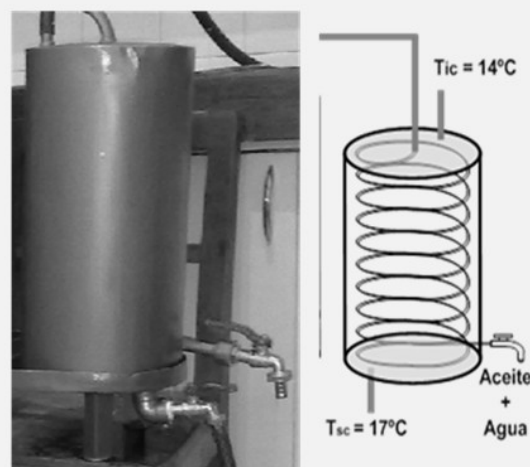
Figura 2: Esquema y montaje del equipo DAV

Parámetros de construcción

Diámetro del alambique	30 cm
Altura del alambique	40 cm
Diámetro de perforación del distribuidor de vapor, tres tubos divididos con seis perforaciones en cada uno de los tubos	1,44 mm
Diámetro del tubo condensador	1,6 cm
Diámetro del condensador	13,2cm
Longitud del tubo condensador	3,7 m

Para una buena generación del vapor de agua, se incorporó un distribuidor de vapor dividido en tres partes. Además se colocó una malla de retención para que no se comprima el vapor en la parte inferior y además facilitar la descarga de materia prima. En la construcción del condensador se aplicó nueve vueltas, requisito que garantiza alcanzar una buena refrigeración y una óptima condensación.

La recolección consta de dos grifos, uno por donde sale aceite e hidrolato, y el otro por donde sale el agua de refrigeración. También se realizó un corte al equipo en la parte superior que evita la presión contenida, y permite observar el nivel del agua en el condensador. Ver figura 3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Distribuidor de vapor, condensador de nueve vueltas

Los datos experimentales del equipo en funcionamiento son:

Flujo de vapor	2,1 g.s ⁻¹
Presión de vapor	1,15 atm
Temperatura de vapor	97 °C
Tiempo de vaporización	30 minutos

El principio básico de la destilación de dos líquidos heterogéneos, como el agua y un aceite esencial, es que cada uno ejerce su propia presión de vapor como si el otro componente estuviera ausente. Cuando las presiones de vapor combinadas alcanzan la presión del recinto, la mezcla hierve. Aceites esenciales con puntos de ebullición muy altos pueden evaporar a temperaturas próximas al punto de ebullición del agua.

Eugenol	250°C	Limoneno	178°C
Linalol	198°C	Acetato de linalil	220°C

CONCLUSIONES:

Se diseñó y construyó el equipo de DAV según los parámetros calculados como se demuestra en el presente artículo.

El rendimiento promedio del aceite obtenido fue de 0,9314%, para la temperatura de vaporización de 97°C, presión de vapor de 1,15 (atm) y con un flujo de vapor de 2,1 (g.s⁻¹).

El proceso llevado a nivel experimental, demuestra la viabilidad técnica de producción de aceite esencial de naranja con un alto contenido en *L-limoneno* a partir de la cáscara de naranja dulce.

BIBLIOGRAFÍA:

Wankat, C. P., 2008, Ingeniería de procesos de separación, Capítulo 8, pp: 234 – 235, ISBN: 9789702612810, Editorial Prentice Hall | 2da Edición, México,

Juachim, M., 2005, Producción de naranja en sistemas agroforestales sucesionales en Alto Beni, Bolivia, estudio de caso, pp: 324 – 325, Bolivia,

Yanez R.L., Lugo, M., 2007, Estudio del aceite esencial de la cáscara de naranja dulce, Revista Facultad de Ciencias Básicas, Volumen 5, p: 4,

Himmelblau, D, 1998, Balance de materia y energía, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A, ISBN: 9789688801208, México,

Felder, R., Rousseau, R.W., 2004, Principios fundamentales de los procesos químicos, ISBN: 9681861698 - Editorial Limusa Wiley, 3era Edición, México,

Perry, R.H., 1998, Manual del Ingeniero Químico, Sección 5 Mecánica de Fluidos y partículas. Tomo II, pp: 5–54 y 5–55, Editorial Mc Graw Hill, México,

Yunus, A. C., Transferencia de calor, Convección natural, pp: 466 – 469, ISBN 9701044843, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2da edición, México,

Fernández, G., 2012, Limoneno, www.quimicaorganica.net, Consulta: 08/07/16.

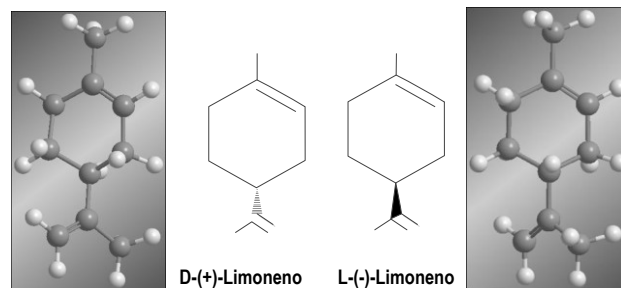
ANEXO 1

El limoneno

El limoneno, β-linalol y otros componentes minoritarios, son un grupo de moléculas con actividad biológica que se encuentran en los frutos cítricos y vegetales, conforman compuestos químicos entre los que destacan las: flavonoides, antraquinonas, cumarinas y cromonas (terpenos).

Varios hidrocarburos cíclicos insaturados, de fórmula genérica C₁₀H₁₆, se encuentran en los aceites naturales destilables de la materia vegetal. Estos hidrocarburos se denominan terpenos e incluyen al *limoneno* (proveniente de los aceites del limón y la naranja). El limoneno tiene dos estructuras isoméricas, es decir que, posee un centro quiral (carbono asimétrico). En consecuencia, existen dos isómeros ópticos: el D-limoneno y el L-limoneno, (1-Methyl-4-[1-methylethenyl]-cyclohexene) C₁₀H₁₆.

La nomenclatura IUPAC correcta es R-limoneno y S-limoneno, pero son más comunes los prefijos D y L o alfa y beta. El *L-limoneno* es el isómero levógiro (-) y se extrae de cáscaras de naranja dulce



Fuente: Elaboración propia sobre ilustraciones de www.quimicaorganica.net

PROPIEDADES FÍSICAS DEL LIMONENO

*Densidad	841,1 k.m ⁻³ 0,8411 g. cm ⁻³
*Masa molar	136,23 g. mol ⁻¹
*Punto de fusión	-74,35 °C (199 K)
*Punto de ebullición	176 °C (449 K)
* Valores en el SI y en condiciones estándar 25 °C y 1 atm.	

Aplicaciones del limoneno

Disolvente industrial biodegradable. Compuesto aromático utilizado para sintetizar nuevos compuestos.

Derivado de los cítricos, el limoneno es considerado como un agente de transferencia de calor limpio e inocuo utilizado en muchos procesos productores de alimentos (saborizantes) y procesos farmacéuticos.

Investigaciones actuales demuestran que los isómeros del limoneno incrementan los niveles de enzimas hepáticas implicadas en la desintoxicación de sustancias carcinógenas.

(*), Licenciada en Química Industrial, Docente investigadora IIAT, Facultad de Tecnología – UMSA.