



Rendimiento en la extracción de aceite esencial de la Daucus carota

Performance in the extraction of essential oil from Daucus carota

Desempenho de extração de óleo essencial de Daucus carota

Cristian José Esparza-Bonilla^I
esparza@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6757-3952>

Danielita Fernanda Borja-Mayorga^{II}
dborja@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8438-064X>

Hanníbal Lorenzo Brito-Moína^{III}
hbrito@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7536-857X>

Correspondencia: esparza@esPOCH.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 14 de mayo de 2020 ***Aceptado:** 30 de mayo de 2020 * **Publicado:** 30 de junio de 2020

- I. Ingeniero en Industrias Pecuarias, Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIADE), Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniera Química, Facultad de Ciencias de la ESPOCH, Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIADE), Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniero Químico, Facultad de Ciencias de la ESPOCH, Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIADE), Riobamba, Ecuador.

Resumen

Esta investigación se enfocó en la determinación del rendimiento de aceite esencial de la *Daucus carota*, utilizando la Operación Unitaria de Extracción gas (vapor de agua) – sólido (zanahoria), para lo cual, se procedió con el secado de 15Kg de materia prima, posteriormente se alimentó en el equipo en una relación 1:2 (materia prima – agua), luego se cierra herméticamente la tapa y se procede a programar las variables de proceso (temperatura y tiempo), posteriormente se enciende y se conecta a un sistema de refrigeración para condensar los vapores producidos, el líquido condensado (mezcla de aceite esencial con agua), es conducido a un embudo para separar el aceite esencial del agua por diferencia de densidades, de esta manera identificando las variables óptimas de proceso como lo son la temperatura de 92°C y un tiempo de 90 minutos, obteniendo 11 mL de aceite esencial de zanahoria, con un rendimiento del 0,20 %.

Palabras claves: Rendimiento; aceite esencial; vapor; agua; *Daucus carota*.

Abstract

This investigation focused on the determination of the essential oil yield of the *Daucus carota*, using the Unit Operation of Extraction gas (water vapor) - solid (carrot), for which, 15Kg of raw material was dried, Subsequently it was fed into the equipment in a 1: 2 ratio (raw material - water), then the lid was hermetically closed and the process variables (temperature and time) were programmed, then it was turned on and connected to a refrigeration to condense the produced vapors, the condensed liquid (mixture of essential oil with water), is led to a funnel to separate the essential oil from the water by difference in densities, in this way identifying the optimal process variables such as temperature of 92°C and a time of 90 minutes, obtaining 11 mL of carrot essential oil, with a yield of 0.20%.

Keywords: Performance; essential oil; steam; Water; *Daucus carota*.

Resumo

Esta investigação se concentrou na determinação do rendimento de óleo essencial da *Daucus carota*, utilizando a Unidade de Operação de Gás de Extração (vapor de água) - sólido (cenoura), para a qual foram secos 15kg de matéria-prima, Posteriormente, foi introduzido no equipamento na proporção de 1: 2 (matéria-prima - água), em seguida a tampa foi fechada hermeticamente e as variáveis do processo (temperatura e tempo) foram programadas, depois foi ligado e conectado a uma a refrigeração para condensar os vapores

produzidos, o líquido condensado (mistura de óleo essencial com água), é levada a um funil para separar o óleo essencial da água pela diferença de densidades, identificando assim as variáveis ideais do processo, como temperatura de 92°C e tempo de 90 minutos, obtendo 11mL de óleo essencial de cenoura, com um rendimento de 0,20%.

Palavras-chave: Performance; óleo essencial; vapor; água; *daucus carota*.

Introducción

Las antiguas civilizaciones egipcias, griegas y chinas utilizaban aceites esenciales (Contreras & Ruiz, 2012) que se extraían de productos agrícolas aromáticos (OMS, 2007) para elaborar ungüentos milagrosos que eran usados para embalsamar a los muertos, además de tener fines espirituales, religiosos, medicinales y cosméticos, estos se caracterizan por su fuerte aroma, volatilidad (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) y son extraídos de ciertas partes de las plantas (Moreno, López, & Siche, 2010) como los raíces, tallos, hojas, flores y frutos siendo su rendimiento de extracción muy bajo (Casado, 2018) y su costo de producción elevado.

En la actualidad se requiere cambiar la matriz productiva en el Ecuador, mediante el uso de productos obtenidos naturalmente, para así potenciar el desarrollo de procesos tecnológicos, económicos y sobre todo sean rentables a nivel industrial (Navarrete & et al, 2009) y que incentiven el estudio de plantas como una fuente de materia prima generando un valor agregado, de esta manera, dejar de lado una economía basada en la explotación de recursos no renovables, por este motivo, se realizó la investigación para la obtención de aceite esencial a partir de la zanahoria amarilla (familia Apiaceae, es de género *daucus* y especie *carota*) (Vasco, 2008), al ser un producto agrícola de alta producción a nivel de país, además de tener características nutricionales es rica en carotenoides (antioxidante) y vitamina A, además tiene nutrientes (potasio, yodo, calcio, sodio, magnesio, fósforo, hierro, cinc, selenio), vitaminas (A – B – B2 – B3 – B6 – B9 – C – E), calorías, proteínas, ácidos grasos (poli insaturados, mono insaturados y saturados).

El aceite esencial de zanahoria por sus propiedades curativas naturales (Ventura G. & et al, 2009) es usado como: antiséptico (cura la sepsis), desinfectante (desinfecta la piel y ambiente), desintoxicante (purifica la sangre, tejidos, músculos y órganos internos como el hígado y

riñones), antioxidante (elimina los radicales libres, protege la piel de las arrugas, el blanqueamiento del cabello, el endurecimiento de las articulaciones, el debilitamiento de los músculos y la disminución de la vista), anti inflamatorio (reduce el dolor, el enrojecimiento y la hinchazón), analgésico (alivia el dolor), anti-cancerígeno (previene y estabiliza el cáncer), carminativo (alivia los gases y flatulencias), depurativo (tiene efectos desintoxicantes y purificadores), diurético (aumenta la micción), estimulante (funciona como un potenciador para varios sistemas corporales) y tónico (tónico para estimular y nutrir el sistema interno), también ayuda en el tratamiento de la ansiedad y el estrés, promueve las funciones respiratorias y digestivas mediante la aplicación de aroma-terapia.

Para la extracción del aceite esencial de la raíz de la hortaliza *Daucus carota*, se utiliza la Operación Unitaria de extracción gas (vapor de agua) – sólido (zanahoria) (Armijo & et al, 2012), que permite la separación de uno o varios componentes solubles que se encuentran presentes en la materia prima, efectuando el correspondiente análisis de las variables de proceso óptimas (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias , 2001) para su separación en estado puro, luego se realiza la caracterización físico, química, microbiológica, además de la determinación del rendimiento del aceite esencial (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias III, 2001) obtenido de la zanahoria amarilla.

Metodología

Para determinar cuál es la materia prima de mejor calidad se realizó un muestreo aleatorio simple (con una frecuencia de una vez por semana por un lapso de tres meses con un total de 12 muestras) en los diferentes mercados de la ciudad de Riobamba (Mercado de Productores Mayorista, La Condamine, San Alfonso y Dávalos), considerando características organolépticas de textura, olor, y sabor, de esta manera estableciendo el producto de mejor calidad, siendo el mismo del Mercado Mayorista, donde se procedió con la adquisición de *Daucus carota*, posteriormente para iniciar con el proceso de extracción de su aceite esencial (Amadio & et al, 2011), se efectuó la limpieza y pesó 15Kg de la materia prima, se lavó, cortó en rodajas y se procedió a alimentar en las tres bandejas (5Kg en cada una), se añadió 8L de agua, se selló herméticamente, y se conectó el sistema de enfriamiento, luego se encendió el equipo y se optimizó las variables de proceso (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) con una temperatura constante de 92°C y se ajustó paulatinamente el tiempo para variaciones de 60,

70, 80 y 90 minutos de residencia, determinando que los 90 minutos es el más adecuado para la obtención del mejor producto en los ensayos realizados con 11ml de aceite esencial y un rendimiento del 0,20%.

Resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en la investigación de la extracción de aceites esenciales a partir de la *Daucus carota*:

Tabla 1: Tiempo y temperatura de condensado y refrigerante

No.	t (min)	CONDENSADO	REFRIGERACIÓN
		T (°C)	T (°C)
1	0	90	13
2	5	22	13
3	10	24	15
4	15	25	20
5	20	28	22
6	25	28	24
7	30	29	26
8	35	29	27,5
9	40	29	28
10	45	33	29
11	50	33	31
12	55	33,5	32
13	60	33,5	33
14	65	35	33,5
15	70	35,5	34,5
16	75	37	35
17	80	38	35,5
18	85	40	36

19	90	40	36
----	----	----	----

Fuente: Laboratorio de investigación, Espoch, 2018

De los resultados obtenidos en el intercambio de calor para la obtención de aceite esencial, se determina que existe la transferencia de energía de 90°C a 13°C, proceso en el cual, la energía es cedida del vapor al fluido de refrigeración, determinando una eficiencia en el equipo del 93%, a las condiciones de 542mmHg y 20°C.

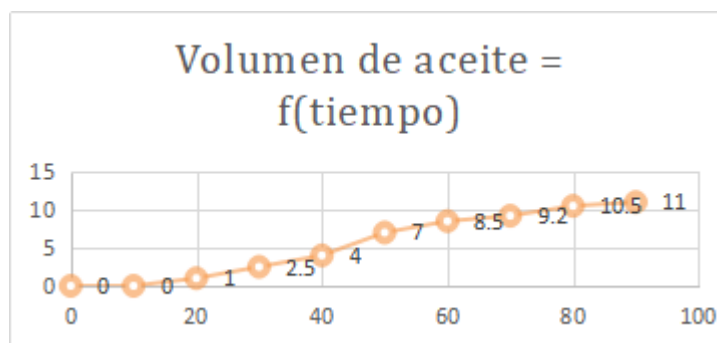
Tabla 2 : Volumen de aceite esencial y condensado

No.	t (min)	Volumen (mL)	
		Condensado	Aceite esencial
1	0	0	0
2	10	80	0
3	20	1200	1
4	30	3700	2,5
5	40	4800	4
6	50	6050	7
7	60	7150	8,5
8	70	9375	9,2
9	80	11280	10,5
10	90	13650	11

Fuente: Laboratorio de investigación, Espoch, 2018

A partir de los 15Kg de la *Daucus carota*, en un lapso de 90 minutos se obtuvo un volumen de aceite esencia de 11mL y 13650mL de condensado, si bien es cierto de acuerdo a la primera Ley de la Termodinámica nada se crea nada se destruye solo se transforma de una forma de energía en otra, en el caso de esta investigación si se alimenta 8L de agua y se recupera 13,65L, esto se debe a que la materia prima tiene un contenido de humedad; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del 88% y se mezcla al momento de la extracción.

Figura 1: Aceite esencial vs tiempo



Fuente: laboratorio de investigación, Espoch, 2018

En la figura 1 se determina la relación entre la obtención del aceite esencial con el tiempo, definiendo que se producen 11 mL de aceite esencial en un tiempo de residencia de 90 minutos.

Tabla 3: Tiempo de extracción

N° Muestra	Tiempo extracción (min)	Peso (Kg)	Volumen de aceite (mL)	% Rendimiento
1	60	15	8,5	0,16
2	70	15	9,2	0,17
3	80	15	10,5	0,19
4	90	15	11	0,20

Fuente: laboratorio de investigación, Espoch, 2018

El proceso de extracción se lo realizó para tiempos de residencia de 60, 70, 80 y 90 minutos, dando como mejor resultado el último con un volumen de 11 mL de aceite esencial de *Daucus carota* a una temperatura de 92°C, en un tiempo de 90 minutos con un rendimiento del 0,20%.

Además, se determinó el costo de producción por cada mililitro de aceite esencial tiene un valor de 0,192 USD que con relación al que se encuentra en el mercado es mucho más barato.

Conclusiones

Se ha determinado que el aceite esencial de la *Daucus carota* obtenido en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, cumple con los más altos estándares de

calidad (no se utilizó para su extracción ningún disolvente químico), por lo que, puede ser utilizado en la industria alimenticia por sus propiedades naturales.

La obtención del aceite esencial de la *Daucus carota* mediante la Operación Unitaria de extracción por arrastre de vapor, determinó que el rendimiento es bajo (0,2%), motivo por el cual, el costo de producción es elevado (192 USD/L).

Se identificó las variables de proceso óptimas para la extracción del aceite esencial (tiempo de extracción es de 90 minutos y una temperatura de 92°C).

Referencias

1. Amadio, C., & et al. (2011). Aceite esencial de orégano: un potencial aditivo. FCA UNCUYO.
2. APORTE NUTRICIONAL DE LA ZANAHORIA. (2011). En S. y. alimentos, Salud y buenos alimentos.
3. Armijo, J., & et al. (2012). Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. Lima.
4. Betancourt, R. (2003). Transferencia Molecular de Calor, Masa y/o Cantidad de Movimiento. Manizales.
5. Branam, C. (2000). Soluciones Prácticas para el Ingeniero Químico. Mexico: Mexicana.
6. Brito, H. (2001). Texto Básico de Operaciones Unitarias. Chimborazo.
7. Brito, H. (2001). Texto Básico de Operaciones Unitarias II. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
8. Brito, H. (2001). Texto Básico de Operaciones Unitarias III. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: SE.
9. Brito, H. (2006). Texto Básico de Mecánica de Fluidos. Riobamba.
10. Brito, H. (2008). Texto Guía de Transferencia de Masa. Riobamba.
11. Brito, H., & et al. (septiembre de 2017). Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero. Riobamba.
12. Brown, G. (1965). Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Londres: Marín.
13. Casado, I. (2018). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en contracorriente de vapor. Madrid.

14. Contreras, E., & Ruiz, J. (2012). Estudio comparativo de dos métodos de extracción para el aceite esencial presente en la cáscara de pomelo (*Citrus maxima*). Cartagena.
15. McCabe Smith Harriot, W. (1968). Operaciones Unitarias de la Industria Química., 4ta ed. pp. 35-276. México: Reverte.
16. Moreno, J., López, G., & Siche, R. (2010). Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Scientia Agropecuaria.
17. Navarrete, C., & et al. (2009). Extracción y caracterización del aceite esencial de mandarina obtenido de residuos agro-industriales.
18. OMS. (2007). Frutas y hortalizas frescas.
19. Peredo, H., & et al. (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción. Temas selectos de ingeniería de alimentos.
20. Vasco, V. (2008). Determinación de parámetros físico - químicos de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) como base para el establecimiento de la norma de requisitos. Riobamba.
21. Ventura G., & et al. (2009). Composición química del aceite esencial de *Erythroxylum coca* Lam var. *Coca* (*coca*) y evaluación de su actividad antibacteriana. Revistas de investigación UNMSM.

References

1. Amadio, C., & et al. (2011). Oregano essential oil: a potential additive. FCA UNCUIYO.
2. NUTRITIONAL CONTRIBUTION OF THE CARROT. (2011). In S. and. food, health and good food.
3. Armijo, J., & et al. (2012). Modeling and simulation of the essential oil extraction process by steam distillation. Lime.
4. Betancourt, R. (2003). Molecular Transfer of Heat, Mass and / or Amount of Movement. Manizales.
5. Branan, C. (2000). Practical Solutions for the Chemical Engineer. Mexico: Mexican.
6. Brito, H. (2001). Basic Text of Unit Operations. Chimborazo.
7. Brito, H. (2001). Basic Text of Unit Operations II. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
8. Brito, H. (2001). Basic Text of Unit Operations III. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: SE.
9. Brito, H. (2006). Basic Text of Fluid Mechanics. Riobamba.

10. Brito, H. (2008). Mass Transfer Guide Text. Riobamba.
11. Brito, H., & et al. (September 2017). Design of an industrial process to obtain bioethanol from whey. Riobamba.
12. Brown, G. (1965). Basic Operations of Chemical Engineering. London: Marín.
13. Married, I. (2018). Optimization of essential oil extraction by steam countercurrent distillation. Madrid.
14. Contreras, E., & Ruiz, J. (2012). Comparative study of two extraction methods for the essential oil present in the peel of grapefruit (*Citrus maxima*). Cartagena.
15. McCabe Smith Harriot, W. (1968). Unitary Operations of the Chemical Industry., 4th ed. pp. 35-276. Mexico: Reverte.
16. Moreno, J., López, G., & Siche, R. (2010). Modeling and optimization of the eucalyptus essential oil extraction process (*Eucalyptus globulus*). Agricultural Scientia.
17. Navarrete, C., & et al. (2009). Extraction and characterization of essential tangerine oil obtained from agro-industrial waste.
18. WHO. (2007). Fresh fruits and vegetables.
19. Peredo, H., & et al. (2009). Essential oils: extraction methods. Selected subjects of food engineering.
20. Vasco, V. (2008). Determination of physical - chemical parameters of yellow carrot (*Daucus carota*) as a basis for establishing the standard of requirements. Riobamba.
21. Ventura G., & et al. (2009). Chemical composition of the essential oil of *Erythroxylum coca* Lam var. *Coca (coca)* and evaluation of its antibacterial activity. UNMSM research journals.

Referências

1. Amadio, C., e outros. (2011). Óleo essencial de orégano: um potencial aditivo. FCA UNCUYO.
2. CONTRIBUIÇÃO NUTRICIONAL DA CENOURA. (2011). Em S. e. comida, saúde e boa comida.
3. Armijo, J. e outros. (2012). Modelagem e simulação do processo de extração de óleo essencial por destilação a vapor. Lima.
4. Betancourt, R. (2003). Transferência Molecular de Calor, Massa e / ou Quantidade de Movimento. Manizales.

5. Branan, C. (2000). Soluções práticas para o engenheiro químico. México: mexicano.
6. Brito, H. (2001). Texto básico das operações da unidade. Chimborazo.
7. Brito, H. (2001). Texto básico das operações da unidade II. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
8. Brito, H. (2001). Texto básico das operações da unidade III. Riobamba, Chimborazo, Equador: SE.
9. Brito, H. (2006). Texto básico da mecânica dos fluidos. Riobamba.
10. Brito, H. (2008). Texto do Guia de Transferência em Massa. Riobamba.
11. Brito, H. e outros. (Setembro de 2017). Projeto de um processo industrial para obtenção de bioetanol a partir de soro de leite. Riobamba.
12. Brown, G. (1965). Operações Básicas de Engenharia Química. Londres: Marín.
13. Casado, I. (2018). Otimização da extração de óleo essencial por destilação em contracorrente a vapor. Madrid.
14. Contreras, E. & Ruiz, J. (2012). Estudio comparativo de dois métodos de extração do óleo essencial presente na casca da toranja (*Citrus maxima*). Cartagena.
15. McCabe Smith Harriot, W. (1968). Operações unitárias da indústria química., 4a ed. pp. 35-276. México: Reverte.
16. Moreno, J., López, G. e Siche, R. (2010). Modelagem e otimização do processo de extração de óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Scientia Agrícola.
17. Navarrete, C., e outros. (2009). Extração e caracterização de óleo essencial de tangerina obtido a partir de resíduos agroindustriais.
18. WHO. (2007). Frutas e vegetais frescos.
19. Peredo, H. e outros. (2009). Óleos essenciais: métodos de extração. Assuntos selecionados de engenharia de alimentos.
20. Vasco, V. (2008). Determinação de parâmetros físico - químicos da cenoura amarela (*Daucus carota*) como base para o estabelecimento do padrão de requisitos. Riobamba.
21. Ventura G. e outros. (2009). Composição química do óleo essencial de *Erythroxylum coca* Lam var. *Coca* (*coca*) e avaliação de sua atividade antibacteriana. Revistas de pesquisa da UNMSM.

©2020 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).