

# Obtención de las variables de operación de un equipo de secado y de un equipo de extracción para obtener aceites esenciales

Christian Eduardo Castro Salazar (1), Zeferino Gamiño Arroyo (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: ce.castrosalazar@ugto.mx

2 [Departamento de Ingeniería Química, DCNE, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: gaminoz@ugto.mx

## Resumen

En este proyecto se estudian las mejores condiciones de operación para lograr obtener aceites esenciales a partir de diferentes cítricos. La disposición de las cáscaras de los cítricos que se emplean a nivel industrial o incluso doméstico, presentan una oportunidad para utilizarlos como materia prima y lograr aprovecharlos al máximo a fin de obtener productos de valor agregado como lo son los aceites esenciales ya que las cáscaras contienen una fracción de aceites, es posible extraerlo con un equipo de extracción sólido-líquido. La extracción consiste en disolver un soluto de una fase sólida mediante un solvente apropiado, en este caso se utiliza hexano y se obtienen aceites esenciales crudos a los cuales se les puede dar un tratamiento posterior para su uso.

## Abstract

In this project we will study the best operating conditions to obtain essential oils from different citrus fruits. The disposition of citrus fruits rinds, which are used in industrial or domestic level, represent an opportunity to use them as raw material as well as taking the most advantage of them in order to obtain value-added products, such as the essential oils, because the rinds contain a fraction of oil and it is possible to extract it with a solid - liquid extraction system. The extraction consists of dissolving a solute of a solid phase by means of an appropriate solvent, in this case, we used hexane and we obtained raw essential oils, which will be necessary to give them an extra treatment in order for them to be used.

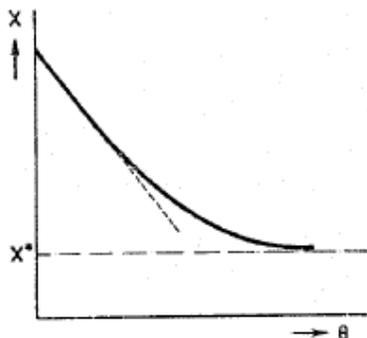
## Palabras Clave

Cítricos; Solventes; Extracción sólido-líquido; Secado de cáscaras; Humedad en alimentos

## INTRODUCCIÓN

- Marco Teórico.

Para el proceso de extracción de aceites esenciales se recurre a dos operaciones unitarias, el secado y la extracción sólido-líquido. El secado consiste en remover toda la humedad que se encuentra en un sólido mediante mecanismos de evaporación. El proceso de secado inicia desde una humedad inicial ( $X_0$ ) donde la pérdida de peso es constante en función del tiempo hasta llegar a la humedad crítica ( $X_c$ ), a partir de ahí el peso es decreciente y el sistema comienza a estar en equilibrio con el medio, hasta que el peso es constante y la humedad es la del equilibrio ( $X^*$ ) siendo ya el valor mínimo posible [1], como se presenta en la Imagen 1.



**IMAGEN 1.** Diagrama de una curva de secado. Fuente: Ocon Tojo Vol II.

En la extracción sólido-líquido se le extrae a un sólido (inerte) otros componentes mediante el contacto con un disolvente adecuado, el sólido debe ser insoluble en el disolvente mientras que los extractos no [1]. Durante el proceso se hace circular el disolvente a los sólidos para maximizar el contacto y la extracción, después de esto es necesario remover el disolvente y dejar los extractos puros, para ello se recurre a la evaporación y condensación del disolvente, para usarlo posteriormente en otros ciclos de extracción.

- Antecedentes

México es uno de los productores de cítricos más importante del mundo, alcanzando el quinto lugar [2] por lo que es de importancia el aprovechar la producción que se tiene y producir productos de valor agregado, una parte importante de los cítricos, las cascara, representan hasta el 30% del peso total por unidad [3]. Estos producen problemas para su disposición[4], si bien se usan como alimento para animales o como composta, estos tienen una fracción del 0.1 al 1% en peso de aceites esenciales [5] que pueden ser extraídos y comercializados. Los aceites esenciales son fracciones líquidas de hasta 100 compuestos químicos orgánicos de la familia de los terpenoides [6], son líquidos a temperatura ambiente, tienen densidades de 0.85 a 1.18 g/cm<sup>3</sup> y un índice de refracción de aproximadamente 1.5 [7]. Estos son metabolitos secundarios de ciertas plantas y se encuentran principalmente en las semillas, cascara o flores. La extracción de estos se realiza por diferentes métodos, de los cuales los dos más importantes resaltan [8].

- Destilación por arrastre de vapor.
- Extracción con solventes

La destilación por arrastre de vapor permite obtener los aceites puros mientras que la extracción con solventes extrae ceras y otros componentes orgánicos solubles [9]. La ventaja de utilizar extracción es que conserva mejor los aceites que la destilación, ya que pueden sufrir daños por la temperatura que alcanza (hasta 300°C) [10]. Para su uso es necesario darle un tratamiento posterior con alcoholes y purificarlo [11]. Los solventes que se usan comúnmente para extracción son: alcohol etílico, éter de petróleo, hexano, en la experimentación se utiliza este último debido a que representaba menor costo energético y de menor riesgo con respecto al éter de petróleo.

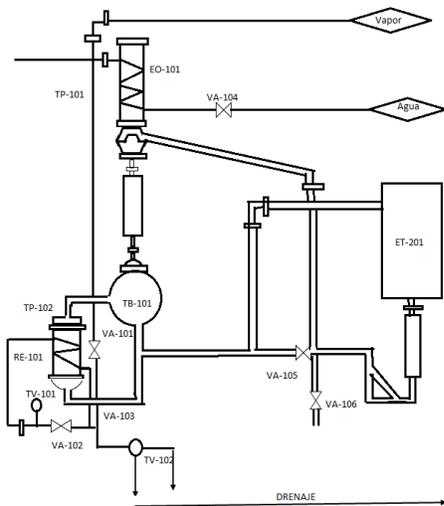
- Justificación

La cantidad de cítricos que se producen en México y los desechos provenientes de los mismos abren

una puerta para aprovecharlos como materia prima y comercializar productos de valor agregado siendo eficientes energética y económicamente. En este trabajo se presentan 3 cítricos, naranja, lima y toronja, a los cuales se les sometió a un proceso de secado y posteriormente a uno de extracción obteniendo aceites esenciales crudos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

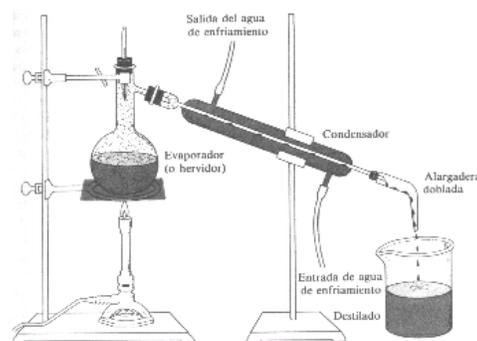
Se utilizaron cascara provenientes de 14 kg de cítricos, se pesó la cáscara con una balanza analítica antes del proceso de secado, para secar se empleó un horno de convección con resistencias eléctricas, este tiene una balanza adaptada para medir el peso, se midió cada 3 minutos a temperatura constante, para una sola cascara de cada cítrico hasta que el peso fue constante, (se procede a secar todo) Ya secos se parten en pedazos pequeños, se empaquetan en costales de manta y se introducen en el tanque ET-201 del equipo de extracción que se presenta en la Imagen 2.



**IMAGEN 2.** Diagrama del equipo de extracción utilizado.

El procedimiento de operación es el registrado por el manual de prácticas [12]. Para observar el avance de la extracción, se mide el índice de refracción cada 10 minutos hasta que permanece constante o no se observaban cambios

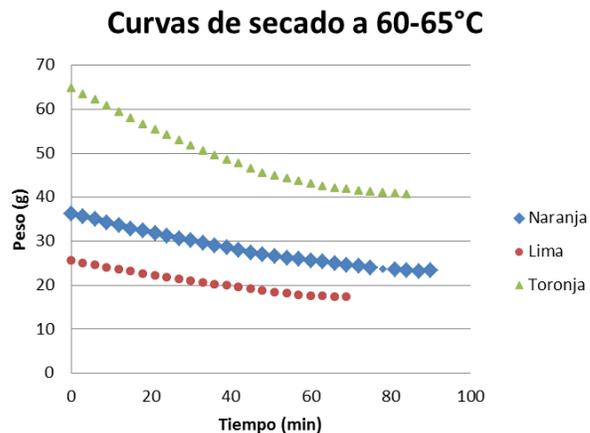
significativos. Una vez que esto ocurría se inicia la recuperación del solvente según el manual, una vez que terminaba, se pesan los costales y solo restaba realizar una evaporación del solvente para obtener el aceite crudo en un equipo de destilación pequeña escala que se ilustra en imagen 3.



**IMAGEN 3.** Diagrama del sistema de evaporación del solvente. Fuente: Google imágenes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Correspondientes a la parte de secado, se obtuvieron las curvas de secado experimental para las cascara que se presentan en la imagen 4.



Se aprecian los pesos para una muestra de cáscara a 60-65°C hasta observar peso constante en la Tabla 1.

**Tabla 1: Pesos para cada cascara**

	$m_{in}$ (g)	$m_f$ (g)	$\Delta m$ (g)	%Agua
Naranja	36.2	23.4	12.8	35.36%
Toronja	64.6	40.6	24	37.15%
Lima	25.5	17.4	8.1	31.76%

En la Tabla 2, se presentan los resultados del lote proveniente de los 14 kg de cítrico, se observa que la masa perdida es agua que se encontraba en las cascara, si bien el porcentaje no es el parecido, esto se debe a que era en conjunto y algunas pudieran tener mayor humedad aportando más a la pérdida de masa.

**Tabla 2: Pesos antes y después del secado**

	$m_i$ (g)	$m_f$ (g)	$\Delta m$ (g)	%Agua
Naranja	3.51	1.26	2.25	64.10%
Toronja	4.28	1.24	3.04	71.03%
Lima	3.27	1.1	2.17	66.36%

En la parte de extracción se recopilan las siguientes variables de operación en la tabla 3. La Presión se fijó en 0.4 kg/cm<sup>2</sup> ya que es suficiente para evaporar el solvente y tener menor cantidad de perdida.

**Tabla 3: Variables del equipo de extracción.**

Cítrico	Solvente (L)	$t_{op}$ (hr)	Presión kg/cm <sup>2</sup>	T(°C)
Naranja	27.5	2:25	0.4	55
Toronja	29	2:35	0.4	56
Lima	27.3	2:35	0.4	55

Para las extracciones se utiliza hexano ya que al tener un punto de ebullición menor que el etanol, se necesitaría menor cantidad de calor para llevarlo a ebullición estos datos de energía, los datos de energía están en la tabla 4.

**Tabla 4: Datos energéticos de las extracciones.**

	Vap <sub>cond</sub> (kg)	CH <sub>vap</sub> (kg/h)	%Q <sub>perd</sub>
Naranja	6.29	2.62	9.70
Toronja	7.56	2.94	9.71
Lima	7.87	3.06	10.73

En la primera columna es el vapor condensado proveniente del vapor de calentamiento y la segunda el consumo horario de vapor, mientras que en la tercera, realizando los balances de energía, el porcentaje de calor perdido (calor generado por el vapor y el calor requerido para evaporar el solvente), siendo pérdidas bajas gracias al sistema de condensadores del equipo.

**Tabla 5. Peso antes y después de la extracción.**

	$m_{in}$ (kg)	$m_f$ (kg)	$\Delta m$ (g)	%Extr
Naranja	1.26	1.23	30	2.38%
Toronja	1.24	1.17	70	5.65%
Lima	1.1	1.068	32	2.91%

La masa antes y después de la extracción tiene una variación, la cual está relacionada con la cantidad obtenida de aceite.

**Tabla 6: Pesos de los aceites obtenidos**

	Peso (g)	Volumen (mL)	P (g/cm <sup>3</sup> )	%En cascara
Naranja	11	10	1.10	0.87%
Toronja	6.12	6	1.02	0.49%
Lima	12	11	1.09	1.00%

La masa que se obtiene de los aceites y que se observa en la Tabla 6 y después de evaporado el disolvente en exceso no coincide del todo con la que se perdió en los costales, una de las probables causas es que al momento de extraer se separaron otras sustancias y cuando se realizó la evaporación (a 100-120°C en baño de aceite)

estos se hallan volatilizado, condensado junto con el disolvente

Los resultados de los balances de masa resultan congruentes y solo por la parte de la evaporación del disolvente, en el cual se pudieron evaporar otros componentes, sin embargo estos no son de interés, puesto que los aceites esenciales tienen un punto de ebullición en alrededor de 150°C, por lo que no representan pérdida del producto de interés.

## CONCLUSIONES

Se logró extraer aceites esenciales a partir de cáscaras de cítricos con rendimientos reportado en la Tabla 6. Por otra parte se establecieron las variables que permitían minimizar las pérdidas de energía o dañar la materia prima, por lo que lo siguiente sería aumentar la cantidad de materia prima y obtener mayor cantidad de producto.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Zeferino por aceptarme en este proyecto que era de mi interés.

A Miriam Reyes, responsable del laboratorio de I.Q. por todo el material y paciencia.

Al estudiante Carlos Arce por ayudarnos a pelar, exprimir, secar y moler los cítricos.

## REFERENCIAS

- [1] Ocon, J. y Tojo, G. "Problemas de Ingeniería Química". Editorial Aguilar (1986).
- [2] FAO (2012). Citrus Fruit Fresh and processed, Annual Statistics 2012. Recuperado de [www.fao.org/economic/est/est-commodities/citrus](http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/citrus) el 18 de Julio de 2015.
- [3] Cohn, R., Cohn, A. L. (1997). Subproductos del procesado de las frutas. In: Arthey, D., Ashurst, P. R. (Ed.), Procesado de frutas (p. 288). Acribia, Zaragoza, Spain.
- [4] Laufenberg, K. Kunz, M. Nystroem Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B)

practical implementations *Bioresource Technology*, 87 (2003), pp. 167–198

[5] Braddock, R. J. (1999). Braddock, R. J., & E. Weiss (Eds.), *Handbook of citrus by-products and processing technology*. Wiley: New York

[6] Fisher, K. y Phillips, C. 2008. Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer?. *Trends in Food Science and Technology*, 19. 156.

[7] Pérez, T.F. 2006. Efectividad de los vapores de aceites de tomillo y orégano como agentes antibacterianos. Tesis de maestría. Universidad de las Américas. Puebla, México.

[8] H. A. Peredo-Luna, E. Palou-García y A. López-Malo. (2009). Aceites Esenciales: métodos de extracción. *Métodos de extracción. Temas selectos de ingeniería en alimentos*. (3), 24-32.

[9] Sánchez, F. J. 2006. Extracción de Aceites Esenciales: Experiencia Colombiana. II Congreso Internacional de plantas aromáticas. Universidad Nacional de Colombia.

[10] Mariano Cerutti y Fernando Neumayer. *Introducción a la obtención de aceite esencial de limón*. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (2004)

[11] Ortuño, M.F. 2006. Manual Práctico de Aceites Esenciales, Aromas y perfumes. Aiyana Ediciones. España.

[12] Zeferino Gamiño Arroyo. Manual de prácticas de Laboratorio de IQ III. Departamento de Ingeniería Química.