

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES PARA EL DESHIDRATADO DE OREGANÓN (*Plectranthus amboinicus*) Y CONTENIDO DE FENOLES TOTALES

EVALUATION OF SOLAR TECHNOLOGIES FOR THE DEHYDRATED OF OREGANO (*Plectranthus amboinicus*) AND TOTAL PHENOLS CONTENT

Morales-Montiel G. A.¹, Aguilar-Ortiz A.¹, Reyes-Gerónimo M.A.¹, Sarracino-Martínez O², Castillo-Tellez M.³, Almenares-López D.², Miranda-Mandujano E. V.^{4*}

¹ Ingeniería en Gestión y Protección Ambiental, Universidad Autónoma de Guadalajara Campus Tabasco, Km. 3.5, Prolongación Paseo Usumacinta, Fracc. El Country, 86039 Villahermosa, Tabasco, México.

² Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH), Carretera Cárdenas – Huimanguillo, Km. 2.0. Cárdenas, Tabasco C.P. 86500, México.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche, Campus V, predio s/n por Av. Humberto Lanz Cárdenas y Unidad Habitacional Ecológica ambiental, Col. Ex Hacienda Kalá, C.P. 24085, San Francisco de Campeche, Campeche, México.

^{4*} División Académica de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez Kilómetro 1, La Esmeralda, 86690 Cunduacán, Tab.

*erika.miranda@ujat.mx

RESUMEN

El secado o la deshidratación es un proceso que aprovecha la energía solar para agregar una cantidad significativa de calor a un producto y extraer la humedad para inhibir el crecimiento microbiano y prevenir ciertos cambios bioquímicos. Desde hace muchos años, el secado a cielo abierto era la forma más común de conservar alimentos y productos agrícolas, sin embargo, presenta limitaciones que afectan significativamente la calidad de los productos y su valor en el mercado. El

oreganón (*Plectranthus amboinicus*)

presenta un alto valor comercial debido a sus propiedades medicinales, antibacterianas, antioxidantes y como condimento para alimentos. Por lo anterior, en este trabajo se planteó como objetivo evaluar tecnologías de secado solar directo e indirecto para la deshidratación de hojas de oreganón llevando a cabo la caracterización de sus metabolitos secundarios. Para las pruebas de secado se utilizaron 20 g de producto fresco, monitoreando; temperatura, humedad y peso. Para la determinación

del contenido de fenoles totales se llevó a cabo la molienda del producto deshidratado, utilizando filtración al vacío y maceración en frío para la obtención de los extractos. De acuerdo a los resultados obtenidos el sistema más eficiente para el deshidratado y la calidad del producto fue el método de secado solar indirecto, con tiempos de secado que oscilan entre 1100 y 1200 min y un contenido de humedad final entre 0.028 y 0.013 kg de agua/kg de materia seca.

Palabras clave: Deshidratado, Fenoles, Oreganón (*Plectranthus amboinicus*), Secado solar.

ABSTRACT

Drying or dehydration is a process that harnesses solar energy to add a significant amount of heat to a product and extract moisture to inhibit microbial growth and prevent certain biochemical changes. For many years, open drying was the most common way to preserve food and

agricultural products, however, it has limitations that significantly affect the quality of products and their value in the market. Oregano (*Plectranthus amboinicus*) has a high commercial value due to its medicinal, antibacterial, antioxidant and food seasoning properties. Therefore, in this work the objective was to evaluate direct and indirect solar drying technologies for the dehydration of oregano leaves carrying out the characterization of their secondary metabolites. For the drying tests, 20 g of fresh product were used, monitoring; temperature, humidity and weight. For the determination of the total phenol content, the grinding of the dehydrated product was carried out, using vacuum filtration and cold maceration to obtain the extracts. According to the results obtained the most efficient system for dehydration and product quality was the indirect solar drying method, with drying times ranging between 1100 and

1200 min and a final moisture content between 0.028 and 0.013 kg of water / kg of dry matter.

Keywords: Dehydration, Phenols, oregano (*Plectranthus amboinicus*), Solar drying.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales cultivos en nuestro país es el oreganón. Esta especia crece en zonas áridas del país y se han estudiado sus propiedades como conservador de alimentos, anticancerígeno, plaguicida y antimicrobiano. Así mismo, se presta especial atención a la composición química del tallo de oreganón por su contenido de flavonoides (pigmento vegetal) ya que pueden contribuir al desarrollo de nuevos compuestos, con aplicaciones en la industria agronómica y la medicina, de acuerdo con Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural y Pesca y Alimentación [1].

El oreganón cuyo nombre científico es (*Plectranthus amboinicus*) es una planta perenne en la familia Lamiaceae [2] cuya apariencia de sus hojas son de un color verde claro, de textura peciolada y ovalada.

La razón más importante para la deshidratación del oreganón [3], es su conservación, mediante la cual se mantienen los componentes del material fresco y se evita la proliferación de microorganismos que puedan dañar la calidad del producto.

Entre los métodos de secado se pueden encontrar los naturales, [4] llamado comúnmente secado a cielo abierto mediante el uso del sol, los cuales son de bajo coste y los métodos artificiales que utilizan algún combustible fósil o proceso mecánico cuyos costos pueden ser demasiado altos para quienes viven de la producción del oreganón, cada uno con sus ventajas y desventajas.

Actualmente se están empleando tecnologías solares para la deshidratación de frutos, ofreciendo beneficios como: la conservación y fácil manejo del producto, bajo costo, alimentos libres de conservadores y la disminución en la emisión de contaminantes atmosféricos causada por los combustibles fósiles. Sin embargo, en la literatura son muy escasos los trabajos referentes a la cinética de secado del oreganón así como los estudios relacionados con la pérdida de nutrientes a causa de las diferentes tecnologías de secado solar. Por lo cual es necesario estudiar los posibles efectos que tendrán las hojas de oreganón en su contenido de metabolitos secundarios al usar diferentes métodos de secado solar, ya que estos metabolitos son principios activos que ejercen una función beneficiosa sobre el organismo [5].

La investigación realizada es cuantitativa, y que tiene por objetivo, evaluar

tecnologías de secado solar directo e indirecto para la deshidratación de hojas de oreganón y su contenido de fenoles totales.

METODOLOGÍA

Para analizar el comportamiento del proceso de secado solar de oreganón se utilizan las tecnologías de secado solar (directa e indirecta).

La prueba experimental se realizó en la Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Tabasco en la Cd. de Villahermosa, Tabasco; ubicado a una latitud de 17° 59 '13 " N y una longitud de 92° 55 ' 10 " O. En esta ubicación se presenta un clima cálido húmedo, con una humedad relativa promedio anual del 74%, una temperatura promedio máxima de 27 °C y un recurso solar promedio anual global, con un valor de 5.8 kWh/m²/día.

La materia prima (hojas de oreganón) fue obtenida de un huerto familiar del

municipio de Macuspana, Tabasco. Las hojas se cortaron en función de su frescura, buena apariencia y buena calidad, posteriormente fueron lavadas con la finalidad de eliminar el polvo, para luego ser utilizarlas en la prueba experimental (**Figura 1**). En cada una de las tecnologías se utilizaron 20 g de hojas de oregán para el desarrollo experimental.



Figura 1. Lavado de las hojas.

Metodología del secador solar directo (SSD). El proceso de secado se llevó a cabo en un SSD tipo gabinete (**Figura 2**), con área de exposición a la radiación solar de aproximadamente 0.5 m². La cámara de secado contiene una superficie que absorbe la radiación solar, en la que el producto a secar se coloca sobre una

rejilla negra que absorbe la energía calorífica del sol y la distribuye sobre toda su superficie, este proceso permite que las hojas colocadas sobre la rejilla puedan absorber calor y empezar el proceso de evaporación para eliminar la humedad contenida en las hojas hasta lograr su secado.



Figura 2. Secador solar directo tipo gabinete.

Metodología del secador solar indirecto (SSI). La tecnología de secado solar indirecto utilizada en este trabajo consiste de una cámara de secado, chimenea y colector de aire (**Figura 3**). La cámara de secado es un túnel rectangular horizontal con una longitud de 0.47 m y una sección

transversal de 0.16 m². La estructura es de madera y térmicamente aislada.



Figura 3. Secador solar indirecto

Métodos de evaluación. Para la evaluación de los sistemas de secado se determinó:

Humedad. Para determinar la humedad de las hojas, se utilizó un analizador de humedad Boeco BMA150 con una precisión de ± 1 mg (0.001%).

Temperatura. La temperatura dentro de las cámaras de secado se midió con un termo-higrómetro Brannan con una Precisión de ± 1 °C y $\pm 3\%$ en HR.

Parámetros climáticos. Irradiancia solar global, humedad relativa, temperatura ambiente, dirección del viento y la velocidad del aire, obtenidos de un piranómetro marca LI-COR y NRG Systems modelo 110S.

Cinéticas de secado solar. Para las cinéticas de secado se registró la pérdida de peso de las hojas de oreganón utilizando una balanza (Boeco, 0.001 g) de forma periódica, de la siguiente manera: la primera hora cada 15 min, la segunda hora cada 30 min y el tiempo restante cada 60 min, hasta obtener una pérdida de masa menor a 0.01 g durante tres mediciones consecutivas.

Determinación de fenoles totales. El producto seco obtenido en cada una de las tecnologías fue molido utilizando una licuadora Osterizer Blender. Se pesaron 5 g de hoja molida y se colocó en maceración durante 8 días, en la oscuridad y agitación constante en una

solución hidroalcohólica con etanol al 85%. Para la obtención del extracto seco, la muestra fue filtrada al vacío y posteriormente el exceso de solvente fue eliminado a 40 °C en un horno marca Desego.

La cuantificación del contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico se realizó por la técnica de Folin-Ciocalteu [6] con ligeras modificaciones. Las muestras fueron procesadas por triplicado y reportadas en mg/mL de equivalente de ácido gálico (mg EAG/mL). El análisis estadístico fue realizado utilizando el paquete Sigma Plot versión 11, los datos se presentan como el promedio \pm la desviación estándar considerando $p < 0.05$ aplicando un análisis de varianza ANOVA.

RESULTADOS

En la **Tabla 1**, se muestra el peso inicial y peso final alcanzado, antes y después de haber realizado la cinética de secado,

durante los días de la prueba experimental.

Tabla 1. Pérdida de peso.

Tipo de secador	Peso inicial	Peso final
Solar directo	20.14	0.971
Solar indirecto	20.08	0.801

Secador solar directo de gabinete

(SSD). La cinética de secado bajo convección natural es más rápida, debido al casi nulo intercambio de calor entre las hojas de oreganón y la baja velocidad del aire que ocurre durante el proceso dentro de la cámara de secado, con este método de operación, la pérdida de peso de las hojas de oreganón se alcanzó entre 1000 y 1200 minutos de exposición al sol. La variación de temperatura interna estuvo entre 40 °C y 50 °C, con un valor máximo de 60 °C.

La velocidad de secado más alta obtuvo un valor de 0.02596 kg de agua/kg de materia seca por min, para un contenido

de humedad inicial y final de 5.667 y 0.014 kg de agua/kg de materia seca respectivamente. La velocidad de secado disminuyó constantemente a un contenido de humedad de 1.366 y más lentamente a 0.026 kg de agua/kg de materia seca como se muestra en la **Figura 4**.

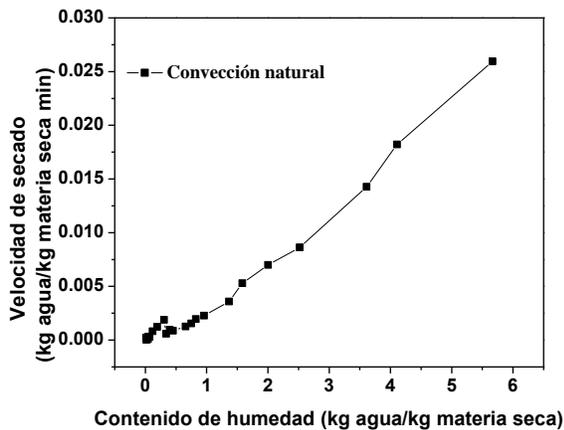


Figura 4. Velocidad de secado en función del contenido de humedad en el SSD.

Secador solar indirecto (SSI). La **Figura 5** muestra el cambio en la irradiancia solar en comparación con las temperaturas medidas dentro de la cámara de secado y en el colector solar durante los días de prueba del 3 al 8 de agosto de 2017.

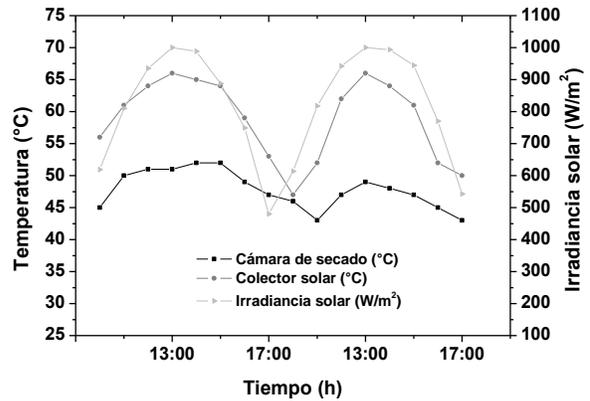


Figura 5. Irradiancia solar y temperatura dentro de la cámara de secado y el colector solar que opera en el SSI.

Como se puede observar, se obtuvo una irradiación solar global máxima de 1000 W/m² logrado con un rango promedio de valores máximos de 800 W/m² a 900 W/m²; la temperatura máxima alcanzada en la cámara de secado es de 54 °C y una temperatura promedio de 50 °C; por otro lado, la temperatura del colector solar es considerablemente más alta, se midieron máximos de 65 °C y promedios de 62 °C. Estas temperaturas en la cámara de secado del sistema SSI, provocan una disminución de peso de 20 g a 6 g en un tiempo de 400 min. En la **Figura 6** se muestra el cambio en el contenido de humedad en base seca en el SSI. Como

puede verse, en el rango de 5.667 a 1.64 kg de agua/kg de materia seca, el contenido de humedad disminuye rápidamente. Posteriormente, el contenido de humedad disminuye lentamente y de manera uniforme, esto puede deberse al hecho de que el aire caliente que ingresa a la cámara de secado desde el colector solar es uniforme durante las horas de mayor insolación. La cinética de secado se estabilizó en este caso entre 1100 y 1200 min.

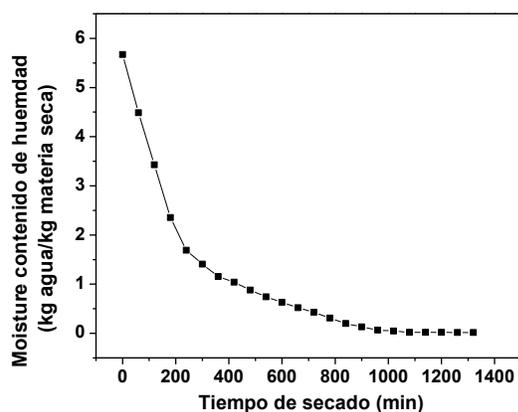


Figura 6. Velocidad de secado en función del contenido de humedad para el SSI durante la prueba de tiempo.

Quantificación de fenoles totales.

Actualmente no se ha generalizado una tecnología de secado que permita

mantener las propiedades nutrimentales de todas las plantas, por lo que es necesario evaluar de manera individual el impacto que tiene en cada una de ellas [7]. Del extracto etanólico se logró cuantificar fenoles totales. En la **Tabla 2** se presentan los resultados obtenidos, observando que la tecnología de secado solar directa presenta mayor concentración de fenoles que la tecnología de secado solar indirecto, este comportamiento fue similar al reportado por [6] ya que con un incremento de temperatura disminuye la actividad del polifenol oxidasa, la cual es la enzima responsable de la degradación de fenoles, los cuales están relacionados con la actividad antioxidante del oregánón [8].

Tabla 2. Resultados de caracterización de fenoles.

TIPO DE SECADO	mg/mL equivalentes de ácido gálico
SECADO DIRECTO	160.12±1.76
SECADO INDIRECTO	75.22±5.27

CONCLUSIÓN

Los datos obtenidos en las cinéticas de secado demuestran que la tecnología de secado con mejores resultados fue el SSI. Con respecto al contenido de fenoles totales, la tecnología de secado solar directa presentó la mayor concentración de fenoles obteniendo 160 mgEAG/mL. En las pruebas realizadas no se observó la proliferación de microorganismos en el producto deshidratado (oreganón). Es necesario seguir realizando estudios que permitan determinar las mejores condiciones de secado para preservar el contenido nutrimental de las plantas.

REFERENCIAS

- [1] SAGARPA. (2013). Crea INIFAP nueva tecnología para la producción de orégano resistente a fenómenos climático. Recuperado de: <http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/chihuahua/boletines/Paginas/B012-CSCH01-2013.aspx>, S/P.
- [2] B. Ajitha, Y. Ashok Kumar Reddy, P. Sreedhara Reddy. (2014). Biosynthesis of silver nanoparticles using *Plectranthus amboinicus* leaf

extract and its antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 128 257–262.

- [3] Acevedo-Álvarez, C.V.S. (2014). Procedimiento para deshidratación de oregano utilizando gas propano como combustible. *TecnoLógicas*, 17 13-20.
- [4] Lériida A, Rosa M, Víctor F, Jorge P, Carlos R y Caridad C (1996). Cultivo de orégano francés para la producción de fitofarmacos. *Rev cubana Plant Med*, 1 37-41.
- [5] Fretes, F. (2010). Plantas medicinales y aromáticas. USAID. 7-10.
- [6] Tomaino A, Cimino F, Zimbalatti V, Venuti V, Sulfaro V, De Pasquale A, Saija A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*. 89 549–554. doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.011
- [7] Ceballos y Jiménez. (2012). Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas selectos de ingeniería en alimentos*, 6,1 98-100.

- [8] Ghasemzadeh A. Hawa Z. and Rahmat A. (2016). Variation of the Phytochemical Constituents and Antioxidant Activities of *Zingiber officinale* var *varrubrum* Theilade Associated with Different Drying Methods and Polyphenol Oxidase Activity. *Molecules* 21,780. doi:10.3390/molecules21060780
grown in the peruvian amazon. *J Food Process Eng* 33: 83-103

