

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la buganvilia deshidratada mediante secado solar

Alfredo Domínguez Niño¹, Dulce María Ávila Sandoval², Paulina Guillen Velázquez³, Diana Josefa González Luna², Octavio García, Valladares⁴

¹Catedrático del CONAHCyT -Instituto de Energías Renovables, ²Universidad Tecnológica y Politécnica de la sierra de Guerrero, ³Estancias posdoctorales por México-CONAHCYT ⁴ Instituto de Energías Renovables.

aldoni@ier.unam.mx

Resumen

La buganvilia es conocida por el nombre científico de *Bougainvillea*, perteneciente a la familia de las *Nyctaginaceae*, recibe un amplio uso medicinal, su floración se produce en las cuatro estaciones y podemos disfrutar de ella todo el año. En este proyecto se utilizaron 3 secadores modificados en su cubierta (policarbonato, policarbonato oscuro, y aluminio con óxido de titanio) para evaluar el efecto del secado solar sobre las propiedades fisicoquímicas y colorimétricas de la flor de buganvilia. La buganvilia presentó un porcentaje de humedad de 81.63 % y actividad de agua inicial de 0.91. Las propiedades colorimétricas iniciales fueron L (45.41) a (40.48) b (-15.79) c (43.56) h (339.33°). Su porcentaje de actividad antioxidante fue de 84.16%, su contenido de vitamina C fue de 440.3 mg/g, y por último se hizo un análisis de sólidos solubles totales el cual fue de 11°Brix. Durante el proceso de secado, la humedad y actividad de agua disminuyeron a valores que oscilaron entre 9.40% y 0.42, respectivamente, sus propiedades colorimétricas finales fueron ΔL (-5.95) Δc (4.76) Δh (-10.2) ΔE (12.78), el porcentaje de actividad antioxidante después del secado incrementó a 86.52 % y el contenido de vitamina C bajó a 352.24mg/g y su análisis de sólidos solubles totales obtuvo un promedio de 36 °Brix. Algunas de las aplicaciones de la buganvilia deshidratada son su uso medicinal en casos de afecciones respiratorias como tos, asma, bronquitis, gripa y tosferina, acelera la cicatrización, antitusígena, antipirética, ayuda a equilibrar el sistema digestivo, expectorante, favorece el cuidado de la piel.

Palabras clave: Flor de buganvilia; secadores solares; flores comestibles, propiedades fisicoquímicas y colorimétricas.

Introducción.

El uso de las flores comestibles en la medicina y en la cocina tradicional ha sido de gran interés debido a que son fuente de vitaminas, minerales, carotenos, fibra y carbohidratos. Debido a su alto contenido de humedad, las flores comestibles son propensas a desarrollar reacciones de descomposición, por lo que el secado resulta una alternativa de gran interés para prolongar la vida útil de las flores. (1) De acuerdo a lo reportado en la literatura, la vida útil de las flores es de 4 a 10 días (2) La flor de Buganvilia básicamente es el resultado del cruce y selección de dos especies nativas de la costa Atlántica de Brasil (3). El género *Bougainvillea* pertenece a la familia *Nyctaginaceae*, (4) que hasta la

fecha solo se han realizado pocos estudios sobre esta flor. (3) La Bougainvillea se usa ampliamente para el tratamiento de afecciones relacionadas con la inflamación y como remedio para dolencias. (5) Esta planta contiene una gran variedad de compuestos secundarios en los cuales se encuentran los alcaloides, flavonoides, furanoides, glucósidos, fenoles, flobotaninos, quinonas, saponinas, esteroides, taninos y terpenoides que se extrajeron del tallo, flores y hojas, los cuales le confieren diversas propiedades como antibacterianas, antihiperlipidémicas, antifertilidad, antioxidante, entre otras. (6) De acuerdo a lo reportado por Isiaka los extractos de Buganvilia tienen la capacidad de aumentar o promover la producción de colágeno, la actividad antioxidante, antimicrobiana y bio insecticida (5). El secado mediante energía solar es una técnica ancestral de conservación de alimentos. La importancia del secador solar es que protege el medio ambiente al no liberar monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y otros (7). Los secadores solares utilizan energía solar para eliminar la humedad de diversos materiales, incluidos productos agrícolas, textiles y componentes industriales. Se lleva a cabo empleando combustibles fósiles en un proceso de secado mecánico artificial o dejando el producto al sol. (7) Existen algunas categorías principales de materiales utilizados como material de cobertura para secadores solares: polietileno, policarbonato, vidrio, fibra de vidrio y plexiglás. El polietileno es el material de recubrimiento más utilizado para secadores de invernadero, aunque en los últimos años también se han utilizado otros materiales, como el policarbonato. Existen diferentes tipos de secadores que se utilizan para la deshidratación solar de alimentos. El secador tipo invernadero está compuesto por materiales de cubierta transparentes (polietileno) y opacos para la entrada de radiación solar de onda corta y larga que conduce al efecto invernadero. En el secador solar con cubierta de policarbonato, la radiación solar atraviesa la cubierta y calienta el aire, calentando así los productos del interior del secador. Finalmente, el secador solar de superficie selectivo tiene un recubrimiento especial de óxido de titanio en una lámina de aluminio que tiene una absorción muy alta, elimina la irradiación en el espectro infrarrojo, lo que hace que el calor permanezca dentro del absorbente y, como resultado, funciona mejor.(8) Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades colorimétricas y fisicoquímicas de la flor de buganvilia durante el proceso de secado solar mediante secadores solares modificados en su cubierta.

Metodología

Para el proceso de secado se utilizaron 3 secadores solares los cuales fueron diseñados en el Instituto de Energías Renovables, UNAM, México. Los secadores fueron modificados utilizando tres diferentes tipos de cubiertas: policarbonato, policarbonato oscuro y superficie selectiva de óxido de titanio. Las condiciones de secado se realizaron con una irradiancia solar máxima de 953.8 W/m² y una temperatura ambiente de 32.14°C a 32.69°C. Se utilizó un diseño experimental unifactorial con tres niveles. Este diseño experimental establece el tipo de secador como variable independiente. Las variables de respuesta que se analizaron fueron el contenido de humedad final, actividad de agua, colorimetría, sólidos solubles totales, vitamina C y actividad antioxidante. El secador Drybox mini 2 es un secador solar directo de convección natural que está elaborado de tres diferentes cubiertas: policarbonato, policarbonato oscuro y aluminio con óxido de titanio. Tiene una temperatura máxima de 60 °C a 70 °C, con una capacidad nominal de 1500 g. Sus dimensiones son de 64 cm de largo, 35 cm de alto y 26 cm de ancho, con un área total de secado de 0.3 m². Las muestras de flor de buganvilia recién cortadas (4 g por malla) fueron introducidas

al interior del de cada secador para iniciar con el proceso de secado de 9:00 am a 13:00 pm horas. Los experimentos se realizaron en el Instituto de Energías Renovables en el área de secado solar en el mes de mayo y junio del 2024.

Métodos de análisis

Una muestra de 3 g de flor de buganvilia fue colocada y distribuida en la charola de aluminio para la determinación de humedad a 105° C utilizando una termobalanza (OHAUS, MB45 con una sensibilidad de 0.001g). La actividad de agua de las muestras secas fue determinada a temperatura constante (25°C) mediante un medidor de actividad de agua (Higrolab C1). Las determinaciones fueron realizadas por triplicado. Las propiedades de color de las muestras frescas y deshidratadas fueron determinadas mediante el uso de un colorímetro portable (NR60CP). El equipo fue calibrado con placas blanca y negra. Los parámetros de color fueron determinados por reflectancia y expresados en términos de L(luminosidad), a(rojo-verde), b (amarillo-azul), H(tono) y C (croma) saturación o intensidad. La diferencia de color (ΔE) entre el producto fresco y el seco fue calculada utilizando la ecuación 1.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Donde:

$$\Delta L = L_{Seco} - L_{Fresco}$$

$$\Delta a = a_{Seco} - a_{Fresco}$$

$$\Delta b = b_{Seco} - b_{Fresco}$$



Figura 1, Secadores solares modificados: de izquierda a derecha a) superficie selectiva de óxido de titanio, b) policarbonato oscuro, c) policarbonato claro

La Figura 2, muestra las cinéticas de secado solar; se observa claramente que las muestras deshidratadas en el secador con cubierta de policarbonato transparente y oscuro se deshidrataron en un tiempo de 120 minutos, posteriormente, las muestras deshidratadas en el secador con cubiertas de superficie selectiva tomaron un tiempo de secado de 180 minutos al igual que las muestras deshidratadas a cielo abierto.

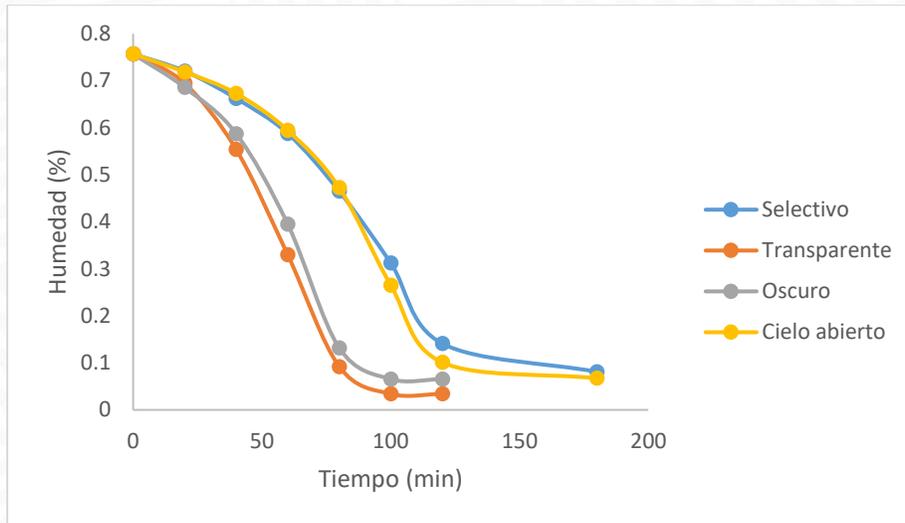


Figura 2. Cinética de secado de la flor de buganvilia donde se muestra la gráfica del secador de policarbonato, policarbonato oscuro, superficie selectiva de óxido de titanio y cielo abierto.

Color

El color final del producto es un criterio de aceptabilidad para los productos deshidratados, algunos alimentos pierden color durante el proceso de secado debido a la modificación de sus componentes una vez que están expuestos a la luz y al calor. De acuerdo a la Tabla 1, la menor diferencia de color se observó en las muestras de flor de buganvilia deshidratada en el secador de policarbonato oscuro (8.32), seguida del secador policarbonato transparente (9.77). Las muestras de flor de buganvilia deshidratadas en el secador de superficie selectiva mostraron una diferencia de color de 12.78 mientras que el secado a cielo abierto presentó una diferencia de color de 11.99.

Tabla 1. Parámetros de color de la flor de buganvilia y propiedades fisicoquímicas de la buganvilia

Tipo de secador	Color			
	ΔL	ΔH	ΔC	ΔE
Policarbonato	-6.63	-6.09	-3.9	9.77
Policarbonato oscuro	-7.52	-3.21	1.51	8.32
Selectivo	-5.95	-10.2	4.76	12.78
Cielo abierto	-9.76	1.07	-6.95	11.99

Análisis	Selectivo		Policarbonato		Policarbonato oscuro	
	Fresco	Seco	Fresco	Seco	Fresco	Seco
Humedad (%)	81.63	9.40	81.41	2.6	80.2	2.76
Actividad de agua	0.91	0.42	0.91	0.34	0.91	0.34
°Brix	11	36	11	30	11	33
Vitamina C (mg/g)	440.3	352.24	440.3	352.24	440.3	352.24
Act. Antioxidante (%)	84.16%	86.52%	84.16	77.60	84.16	85.57

De acuerdo a los niveles descriptivos presentados por Hii and Law [10], cuando los productos presentan niveles de 0 a 1.5 la diferencia con respecto al estándar es ligeramente diferente; cuando los niveles van de 1.5 a 3 la diferencia de color es muy obvia. En este caso, los valores obtenidos durante la experimentación se encontraron por arriba de las 5 unidades por lo cual la diferencia de color es alta.



a) Selectivo



b) policarbonato



c) policarbonato oscuro

Figura 3. Flor de buganvillea deshidratada en los tres deshidratadores solares.

Conclusiones

Como resultado del secado de la flor de buganvillea, de los tres tipos de cubierta diferentes usados en los deshidratadores solares nos permitieron obtener los siguientes resultados, para el deshidratador selectivo sus resultados fueron con propiedades de color (ΔL -5.95, ΔH -10.2, ΔC -4.76, ΔE 12.78), vitamina C (352.24mg/g), solubles totales (36), porcentaje de humedad (9.40%), actividad antioxidante (86.52%) y su actividad de agua (0.42).

Para el deshidratador transparente sus resultados fueron con propiedades de color (ΔL -6.63, ΔH -0.6.09, ΔC -3.9, ΔE 9.77), vitamina C (352.24mg/g), solubles totales (30), porcentaje de humedad (2.6%) y actividad antioxidante (77.60%) y su actividad de agua (0.34).

para el deshidratador de policarbonato oscuro sus resultados fueron con propiedades de color (ΔL -7.52, ΔH -3.21, ΔC 1.51, ΔE 8.32) vitamina C (352.24mg/g), solubles totales (33), porcentaje de humedad (2.76%) y actividad antioxidante (85.57%) y su actividad de agua (0.34).

Agradecimientos

El financiamiento para este proyecto provino del proyecto 319188 Centro Comunitario para el Deshidratado Solar de Productos Agropecuarios de Pequeños Productores Indígenas de Hueyapan Morelos CONAHCYT.

Referencias

1. Efecto combinado de los tratamientos con silicio y plasma no térmico sobre el rendimiento, el contenido mineral y las propiedades nutraceuticas de las flores comestibles de Begonia cucullata. Silvia Traversari a,0981-9428/© 2021 Elsevier Masson SAS. Reservados todos los derechos. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.07.012> .PP.8
2. Mixed-Mode Solar Drying and its Effect on Physicochemical and Colorimetric Properties of Zompante(ErythrinaAmericana).Alfredo Domínguez-Niño.<https://doi.org/10.1007/s11130-024-01147-0>. PP.8.
3. Análisis de divergencia genética de cultivares de buganvilla (Bougainvillea spp) mediante marcadores morfológicos. P PAVAN KUMAR1, T JANAKIRAM2, KV BHAT3, KV PRASAD4 y RITU JAIN5, P PAVAN KUMAR1, T JANAKIRAM2, KV BHAT3, KV PRASAD4 y RITU JAIN5. Artículo <https://doi.org/10.56093/ijas.v85i5.48500PP.5>.
4. LAS BUGAMBILIAS: DE SURAMÉRICA PARA EL MUNDO IVÓN RAMÍREZ MORILLO Desde el Herbario CICY 4: 69–70 (13/Septiembre/2012) Herbario CICY, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY) http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
5. Composición química, actividades antinociceptivas y antiinflamatorias del aceite esencial de Bougainvillea glabra. Isiaka A. Ogunwande, Dipartimento di Farmacia, Università di Pisa, Via Bonanno 33, 56126 Pisa, Italia PP.5
6. Uso de extracto acuoso de buganvilla (Bougainvillea spectabilis) en la elaboración de jamón de carne de conejo E. Jiménez Vázquez1 , S. Soto Simental1 , R. González Tenorio 1 , M. Ayala Martínez1* 1Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias. Agropecuarias, Ave. Universidad s/n km 1 Ex-Hacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hgo. MEXICO.CP. 43600.
7. Desarrollo tecnológico en secadores solares de 2016 a 2021-Un repaso. Raj Kumar Saini a. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113855.pp22>.
8. Una revisión de los secadores solares de tipo indirecto para cultivos agrícolas: configuración del secador, su rendimiento, almacenamiento de energía y aspectos destacados importantes. Abhay Bhanudas Lingayata. www.elsevier.com/locate/apenergy. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114005.pp22>.