

## “Secador solar de tipo invernadero, con recubrimiento de materiales filtro absorbentes de luz solar y recirculación de aire”

MX/a/2022/013811

### Descripción de la Tecnología

La deshidratación de alimentos es altamente demandante de energía. La industria utiliza energía eléctrica y gas. Sin embargo, a nivel industrial, la energía solar ha sido poco aprovechada por el limitado diseño de secadores para grandes volúmenes. Desde la antigüedad la energía solar se ha usado en el secado de alimentos. El método tradicional de secado a “cielo abierto” trae consigo una serie de riesgos que afectan la seguridad y calidad de los alimentos, pudiendo generar la pérdida de los mismos y provocando pérdidas económicas. Para superar estos inconvenientes y al mismo tiempo procesar volúmenes industriales de frutas y verduras se ha propuesto el uso de secadores solares tipo invernadero.

Los secadores solares tipo invernadero son dispositivos que utilizan la radiación solar para calentar los alimentos y evaporar el agua que contienen. Los modelos actuales se apoyan en un sistema de circulación de aire caracterizado por el uso de extractores de humedad, teniendo como desventaja un enfriamiento debido a la entrada de aire frío al sistema de secado. Si el posicionamiento de las entradas y salidas no es adecuado, se puede afectar la distribución de temperatura y por consiguiente la presencia de zonas más calientes, lo que provoca contenidos de humedad finales heterogéneos.

El nuevo secador solar de tipo invernadero desarrollado cuenta con materiales filtro absorbentes internos de luz solar, material envolvente externo, sistema interno para la recirculación de aire y alimentación de aire caliente por captadores solares, que soluciona de manera sistémica los problemas mencionados. Está fabricado con un material transparente o translúcido (preferentemente policarbonato) e incluye los siguientes elementos:

- Superficies internas recubiertas con películas filtro absorbente de radiación solar, que filtran la radiación UV y la luz azul para mejorar la retención de compuestos bioactivos, al tiempo que funciona como placa absorbente de radiación, incrementando la temperatura de la cámara de secado.
- Cámaras laterales cerradas, recubiertas con películas filtro absorbente que sirven como cámaras de amortiguamiento para evitar pérdida de calor por convección.
- Captador solar para el calentamiento de aire como suministro para el secador, que incrementa la rapidez de secado.
- Impulsores para alimentación de aire caliente proveniente de captadores solares y con ello intensificar el secado.
- Ventiladores para la recirculación del aire e intensificación del secado, que genera un incremento en la eficiencia del proceso de secado y del secador al utilizar la convección forzada.
- Mesas de secado con cinco niveles para tener una carga de 150 Kg con un área efectiva de 60 m<sup>2</sup>.

### Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología

La presente invención elimina las longitudes de onda en el espectro de la luz solar no deseadas (UV y azul) que degradan compuestos bioactivos de los alimentos y que perjudican su calidad debido al largo tiempo de exposición en otros secadores solares. Esto se logra gracias al material de recubrimiento aplicado en los paneles de policarbonato celular que componen el techo falso o toldo (Colocado entre el techo de dos aguas  $\Delta$  y las mesas de secado) y las paredes internas del secador solar en su conjunto, que sirven como filtros absorbentes de estos tipos de luz.

Adicionalmente, el sistema mejora la capacidad de incrementar la temperatura al interior de la cámara de secado, logrando reducir las pérdidas por convección de calor del sistema. El secador solar tiene las características adecuadas para optimizar tiempos de secado, ya que se mejora la eficiencia del proceso de secado al contar con una mejor distribución de la temperatura y de flujo de aire.

El entorno cerrado y controlado del secador solar también facilita la preservación de los alimentos ya que impide el acceso a diferentes factores externos, como agentes contaminantes, pérdidas por daños mecánicos y la aparición de hongos y otros tipos de microorganismos que promuevan la descomposición. El uso complementario de captadores solares y ventiladores permite tener un mejor control de la temperatura y la humedad debido a la recirculación del aire dentro de la cámara de secado.



### Descripción de la Tecnología

Se demuestra que los recubrimientos utilizados, en sus diferentes preparaciones de acuerdo a la configuración de cada uno, disminuyen o eliminan la incidencia de longitudes de onda que van desde los 290 nm hasta los 500 nm, que es la zona donde se presenta la luz UV y Azul. (P.K. Nair, et al., 2020). La Figura 1 que se muestra a continuación explica los resultados obtenidos de un experimento sobre una masa de aire contenida en un sistema cerrado en condiciones de luz solar filtrada por las siguientes muestras de láminas de policarbonato (PC) con y sin el recubrimiento analizado: A, B, C, D, N y P. Se midió la intensidad integrada emitida por los diferentes tipos de luz presentes a través de cada una de estas muestras, donde A es la referencia de una lámina de PC utilizado sin recubrimiento y las demás muestras son las diferentes láminas de PC con sus respectivos espesores y tiempos de deposición del recubrimiento analizado. Para B, C y D se ocupa un recubrimiento propuesto con un espesor que aumenta respectivamente, en tanto que N y P emplean otro recubrimiento donde el espesor también aumenta respectivamente.

Como resultado del análisis de los experimentos se determinó la mejor opción de recubrimiento.

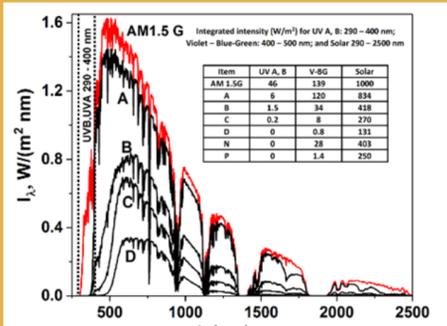


Fig. 1 P.K. Nair, Angélica Lizbeth Espinosa-Santana, Laura Guerrero-Martínez, Anabel López-Ortiz, M.T.S. Nair, Prospects toward UV-blue filtered solar drying of agricultural farm produce using chemically deposited copper chalcogenide thin films on cellular polycarbonate, Solar Energy

También se demuestra que existe una relación directa entre la disminución de la degradación de compuestos bioactivos inherentes a los alimentos y la cantidad de el material de recubrimiento utilizado en el secador solar de tipo invernadero. (Rodríguez-Ramírez, et al., 2021).

El secador solar tipo invernadero, con recubrimiento de materiales filtro absorbentes de luz solar y recirculación de aire, se diseñó con el uso de herramientas CFD. El análisis del sistema de recirculación ha sido evaluado mostrando una mejor distribución de la velocidad del aire y temperaturas con este sistema. El prototipo ha sido construido y evaluado con diferentes tipos de materiales alimenticios y de biomasa algal. Se ha alcanzado una temperatura máxima de 55 °C en un horario de 11 a 17:00 con recirculación de aire y sin utilizar un sistema de calentamiento auxiliar.

Con base en la escala de la NASA para determinar el nivel de madurez de la tecnología, la invención tiene un Technology Readiness Level (TRL) de 5, ya que todos los componentes que integran el secador solar tipo invernadero se encuentran validados en un entorno relevante.

### Información de la tecnología



De acuerdo a Fact.Mr, se estima que el tamaño del mercado de los secadores solares rondó los 2,640 millones de USD en el 2022 y que para el término del 2032 llegue a los 4,760 millones de USD, esto significa una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 6.1%. Donde el 23.6% del mercado corresponde a la región de Norteamérica. La seguridad alimentaria y los objetivos de sustentabilidad en temas del cuidado del medio ambiente son los principales impulsores de dicha tendencia para los próximos años. Por otro lado, el mercado de los alimentos solamente deshidratados o secados, pronostica una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 4.8% para el 2027, según Mordor Intelligence; en tanto que Expert Market Research refiere que para el 2028, la misma tasa sería del 5%.

El efecto provocado por el confinamiento debido a la pandemia de COVID 19, ha despertado una tendencia muy fuerte en los consumidores a nivel global de comprar y abastecerse de alimentos no perecederos, con una larga vida de estancia en las alacenas. Además de la creciente demanda de alimentos empaquetados no perecederos secos que se adaptan al estilo acelerado de vida de los consumidores y que involucran métodos muy fáciles de preparación.

### Imagen de la tecnología

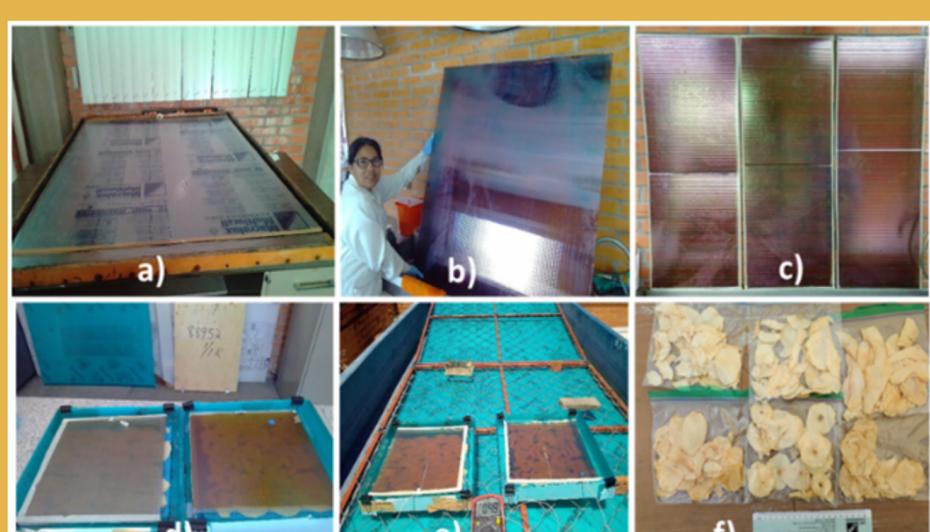


Fig. 2 P.K. Nair, et al, Prospects toward UV-blue filtered solar drying of agricultural farm produce using chemically deposited copper chalcogenide thin films on cellular polycarbonate, Solar Energy, Volume 203,2020