



Cámara de secado solar para madera aserrada de coníferas y latifoliadas con sensores de calor y humedad relativa.

José Mariano Mijangos-Zetina¹, Hirvin Gorospe-Zetina^{1*}, Rodolfo Campos-Tenorio¹, Hiram Rodríguez-Salas¹,
Manuel Chávez-López¹

¹Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza. Prol. Miguel Hidalgo 1519, Jesús Carranza 96957, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: gorospe.hirvin@colpos.mx

Recibido 10 de agosto de 2020; aceptado 20 de noviembre de 2020

RESUMEN

Desde épocas antiguas hasta la actualidad, el secado de las diversas maderas se hace de forma tradicional (aire libre), y al hacerlo de esta manera, ocasionamos mala calidad de madera (agrietamiento o partiduras) Este proyecto busca promover el mejoramiento de una cámara solar de secado de maderas (coníferas y latifoliadas) con la finalidad de minimizar el proceso de deshidratación. En la medición de temperatura y humedad, se utilizarán sensores como DTH22, marca Aosong, que permite medir temperatura y humedad en rangos de -40 °C a 80 °C y humedad de 0 a 100% R. H, con rangos de precisión que se indiquen. El medidor de temperatura y humedad se programa con parámetros establecidos, y el prototipo permitirá activar o desactivar ventiladores para permitir bajar la temperatura cuando se requiera y según sea el caso para cada madera. Se controla la temperatura y la humedad relativa activando ventiladores para introducir aire, y otros para sacar aire a temperatura ambiente, según se requiera el secado de la

madera. El prototipo cuenta con un control que es autosustentable, y su energía de consumo para el control (microcontrolador, los sensores y los ventiladores) la generarán paneles solares, mismos que cargan baterías de 12 VCD. La cámara utiliza energía del sol para el secado de la madera, el techo es de vidrio transparente y las 4 paredes serán de unicel para mantener la temperatura y humedad deseada al interior, misma que se pretende controlar por medio de ventiladores que introducirán o sacarán aire.

PALABRAS CLAVE: Aprovechamiento forestal, innovación tecnológica, cámara, sensores, secado solar.

ABSTRACT

From ancient times to the present, the drying of the various woods is done in a traditional way (open air), and by doing it in this way, we cause poor quality of wood (cracking or splits). This project seeks to promote the improvement of a chamber solar wood drying (coniferous and broadleaved) in order to minimize the dehydration process. In the measurement of temperature and humidity sensors, will be use such as DTH22 brand Aosong, that allows to measure temperature and humidity in ranges from -40°C to 80°C and humidity from 0 to 100% R. H, with precision ranges indicated. The temperature and humidity meter is programmed with set parameters, and the prototype will enable fans to be activated or deactivated to allow lowering the temperature when required and as the case may be for each wood. The temperature and relative humidity are controlled by activating fans to introduce air, and others to extract air at room temperature, as the drying of the wood is required. The prototype has a control that is self-sustaining, and its consumption energy for the control (microcontroller, sensors and fans) will be generated by solar panels that will charge 12 VDC batteries. The chamber will use energy from the sun to dry the wood, the roof is made of transparent glass and the 4 walls will be made of unicel to maintain the desired temperature and humidity inside, which is to be controlled by means of fans that will introduce air or extract air.

KEY WORDS: Forest harvesting, technological innovation, camera, sensors, solar drying.

INTRODUCCIÓN

La madera ha sido tradicionalmente el material natural más utilizado por el ser humano (Llorente & EFERverde, 2020). México es un país con una gran diversidad de especies arbóreas maderables en bosques y selvas; la superficie arbolada en su conjunto ocupa el 48% de esa superficie forestal, lo que equivale a 660,000 kilómetros cuadrados, que es en donde se concentra una alta biodiversidad y la presencia de la mayoría de las especies maderables (CONAFOR, 2018).

La energía solar es una fuente de energía sustentable debido a tres factores: es gratuita, es ilimitada y no contamina (Vidal et al., 2012). Las cámaras de secado surgen como alternativa que contribuye a satisfacer las necesidades de las industrias forestales (Ugwu et al., 2015), y ayudan a reducir contenidos de humedad, tiempos de secado y mejoran la calidad de la madera sin alta inversión, como lo representan las estufas convencionales (Fuentes et al., 2003; Awadalla et al., 2004). En México, el secado de la madera en estufas industriales es poco utilizado debido a que la inversión inicial es muy alta y muchos aserraderos no tienen la capacidad económica para adquirirlas (Solís et al., 2003).

La principal aportación de este trabajo es reducir el riesgo de daños causados por hongos y organismos xilófagos, pues estabilizan sus cambios de volumen; además, se reduce la presencia de rajaduras y torceduras, con lo que se hace más fácil la aplicación de adhesivos y barnices, y, por consiguiente, se obtienen productos de buena calidad, aparte de la disminución de costos de manejo y transporte.

Por lo tanto, este trabajo tiene por objetivo:

- Aplicar la innovación del proceso de secado de acuerdo a las necesidades y características individuales de los productores.
- Ofrecer paquetes tecnológicos automatizados que optimizan el proceso de secado de la madera.
- Usar mecanismos autosustentables.
- Capacitar y asesorar para el uso apropiado de tecnologías de la cámara solar.

En este trabajo, se explica la técnica del diseño, la ejecución del sistema y los pasos para controlar la temperatura y la humedad durante el secado.

MATERIALES Y MÉTODOS

México produce 7 millones de M3 de recursos maderables, de los cuales los productores forestales que se dedican a estas actividades, tales como plantaciones forestales comerciales, plantaciones para la conservación de especies, para restauración de ecosistemas degradados, entre otras, necesitarán en un futuro paquetes tecnológicos para acelerar el proceso de secado de su producto final.

Hoy en día, la innovación tecnológica va de la mano con el mejoramiento en los procesos de secado de madera.

Diseño del sistema. Para la medición de temperatura y humedad, se utilizará un sensor de humedad y temperatura. El sensor es el DHT22 marca Aosong, que permite medir temperatura y humedad en rangos de -40°C a 80°C y humedad de 0 a 100% H.R., rangos de precisión que indica el fabricante, que es el 2% H.R., y para temperatura $\pm 0.5\%$ sensor. El medidor de temperatura y humedad están programados con parámetros establecidos y no se podrán cambiar a menos que lo requiera el usuario. Este prototipo permitirá activar o desactivar ventiladores para permitir bajar la temperatura cuando se requiera y según sea el caso para cada madera.

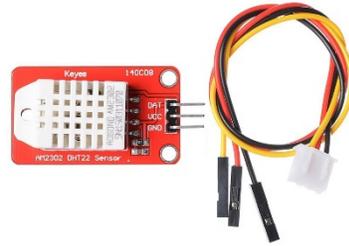


Figura 1. Sensor DHT22 marca Aosong, usado para la medición de humedad y temperatura.

Asimismo, se podrá controlar la temperatura y la humedad relativa activando ventiladores (modelos MS12S7HX), los cuales serán programados mediante el software Arduino para introducir aire y otros para sacarlo a temperatura ambiente, según se requiera el proceso de cada especie. En este caso, las baterías que se utilizarán son de 12VDC a 7 Amp/Hora, permitiendo tener alimentado todo el proceso del circuito.



Figura 2. Ventilador modelo MS12S7HX para el control de aire dentro de la cámara.

El prototipo contará con un control que será autosustentable, y su energía de consumo para el control (microcontrolador, los sensores y los ventiladores) la generarán paneles de 250 watts marca Condumex, que están constituidos por 30 celdas solares conectadas en serie, mismas que cargarán baterías de 12 VCD. Para mayor monitoreo, dentro de la cámara solar se implementó la configuración por red, que permitirá realizar conexiones al microcontrolador por medio de la misma y tener acceso total al sistema, y así lograr una mejor calidad en el proceso. Otra aplicación que está desarrollada dentro de la cámara es la comunicación bluetooth, que realizará el microcontrolador (permite el control de la cámara de secado) con el celular por medio de aplicación Android para cualquier dispositivo móvil que tenga dicha aplicación. Cabe aclarar que solamente servirá de monitoreo de temperaturas de entrada al interior de la cámara de secado, e indicará cuando los ventiladores de entrada y salida de aire se activen.



Figura 3. Panel solar de 250 watts marca CONDUMEX, que será utilizado para alimentación eléctrica del sistema.

La cámara utilizará energía solar como fuente principal para el secado de la madera, el techo será de vidrio transparente y las 4 paredes serán de unicel para mantener la temperatura; por otro lado, para mantener la humedad deseada en el interior, se pretende controlar por medio de ventiladores que introducirán o sacarán aire, dependiendo de la cantidad de humedad o temperatura que haya en la cámara.

Se realizó una investigación de mercado que permitió identificar el sector objetivo, así como los canales de distribución del proceso para la mejora de las cámaras de secado de madera, y se aplicó una encuesta a 200 productores, tomados aleatoriamente, con el fin de identificar si adquieren soluciones de desarrollo e innovaciones tecnológicas para la aceleración de secado en cámaras solares.

La información resultante de la encuesta muestra los siguientes datos.

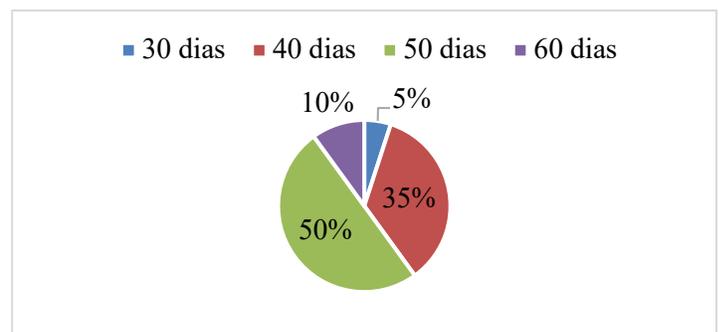


Figura 4. Porcentaje en días de secado de maderas aserradas.

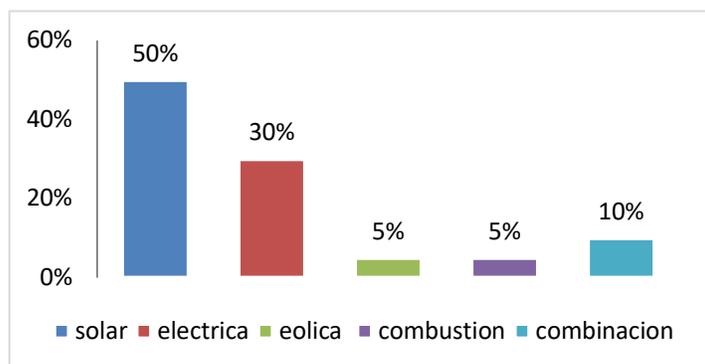


Figura 5. Tipo de energía utilizada en cámara de secado

Una de las grandes ventajas de este sistema es que la energía que utiliza el paquete tecnológico es 100% solar y renovable; este tipo de transferencias tecnológicas se brindarán a diversos sectores para la actualización de sus cámaras de secado, y así mejorar el proceso de secado.

RESULTADOS

El proyecto reúne condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de sus metas y objetivos. Actualmente, se están realizando pruebas de innovación tecnológica para la mejora en el proceso de secado en cámaras solares. Además, se pretende desarrollar un software que permita manipular la temperatura y humedad relativa, y se implementará una aplicación APP en Android para celular, misma que podrá conocer los cambios variantes de temperatura dentro de la

cámara solar, al igual que regulará la entrada y salida de aire en el interior de la misma. Para mayor monitoreo dentro de la cámara solar, se implementó la configuración por red para realizar conexiones al microcontrolador por medio de red y tener acceso total al sistema, así como lograr mayor calidad en el proceso. El prototipo cuenta con un control que será autosustentable, ya que su energía de consumo es la energía solar, que controlará todo el sistema dentro de la cámara.

También se llevaron a cabo análisis financieros, por lo que se obtuvo un proyecto viable en la evaluación de sus proyecciones de inversión, ingresos y egresos, con una TIR de 51%, un ROI anual de 150%, con razón de deuda de 9.77%.

Tabla 1. Indicadores financieros sobre la factibilidad del proyecto.

INDICADORES FINANCIEROS	
Capital neto de trabajo	\$1,568,272.40
Razón circulante	\$10.24
Rotación de activos totales	1.81
Razón de deuda	9.77%
Margen de utilidad operativa	49.87%
Rendimiento sobre los activos	90.23%

Rendimiento sobre el capital contable	100%
ROI anual	150%
TIR	51%

CONCLUSIONES

En México, gran parte del aprovechamiento de la madera se hace de manera tradicional, donde el secado se lleva a cabo casi de forma artesanal, puesto que los métodos utilizados son rústicos y poco eficientes, los cuales no se actualizan con nuevas tecnologías. A partir de este análisis, se decidió llevar a cabo el sistema de secado con en el enfoque de la innovación tecnológica de las diversas cámaras de secado solar, ya que se pretende implementar la mejora del proceso de secado solar trabajando con calidad y responsabilidad.

La necesidad de acelerar el proceso de secado en menor tiempo posible es una cuestión muy importante, es por eso que las implementaciones tecnológicas, como la aplicación APP y la configuración por red, son con el fin de obtener un eficiente manejo en el proceso de secado que resulta de gran utilidad para la toma de decisiones.

A través de este desglose, se concluye que el proceso de secado de la madera juega un papel determinante en el desempeño, calidad y costo de cualquier artículo fabricado con madera, por lo que se hace necesario poner mayor atención al secado correcto y evaluar los métodos y técnicas existentes, con el fin de aumentar el nivel tecnológico de nuestra industria maderera y lograr productos altamente competitivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Awadalla H.S.F., El-Dib A.F, Mohamad M.A., Reuss M., Hussein H.M.S. 2004. Mathematical modelling and experimental verification of wood drying process. *Energy Conversion and Management* 45(2): 197-207.
- Comisión Nacional Forestal. 2018. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe de resultados 2009-2014. CONAFOR. México.
- Fuentes-Salinas M., Luna-Sánchez D., Osorio-Suárez J., Corona-Islas J. 2003. Construcción y validación de un secador solar para madera aserrada. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 9(2): 171-176.

Llorente, I. M., & EFEverde. (2020, 20 mayo). La madera, clave en la conservación del medio ambiente. Por (*) Isabel María Llorente. EFEverde.
<https://www.efeverde.com/blog/creadoresdeopinion/la-madera-clave-la-conservacion-del-medio-ambiente-isabel-maria-llorente/>

Solís-Rodríguez L.E., Cerón-Cardena M.A., González-Ahumada I. 2003. Diseño y operación de una estufa solar para secar madera. *Ingeniería* 35-48.

Ugwu S.N., Ugwuishiwu B.O., Ekechukwu O.V., Njoku H., Ani A.O. 2015. Design, construction, and evaluation of a mixed mode solar kiln with black-painted pebble bed for timber seasoning in a tropical setting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41: 1404-1412.

Vidal S.A., Velázquez C.O., Iñaki C.R., Ortega M.G. 2012. Diseño y construcción de un secador portátil. *Academia Journal* 4(2): 1613-1618.