

# Secadoras solares de madera aserrada

**Cynthia Salas Garita, M.Sc.**  
Profesora e investigadora  
Centro de Investigación en Integración  
Bosque Industria (CIIBI)  
Escuela de Ingeniería Forestal  
Instituto Tecnológico de Costa Ricacysa-  
las@itcr.ac.cr

El valor agregado en productos de madera, utilizando material seco, es un factor limitante para la mayoría de los productores forestales nacionales, quienes no cuentan con la tecnología para secar madera en forma económica y eficiente.

Por años, la única técnica utilizada ha sido el secado de madera aserrada al aire. Algunos pocos productores secan en hornos convencionales; sin embargo, este método de secado se caracteriza por un costo elevado que de momento los productores prefieren evitar.

El uso de secadoras solares de madera aserrada le permite al productor secar la madera de forma más rápida que el secado al aire y, con ello, obtener un producto de calidad con un valor agregado mayor.

El secador solar de madera es una cámara que tiene la capacidad de almacenar el calor generado por la incidencia de los rayos solares sobre un colector de temperatura; ese calor se almacena para ser utilizado en el proceso de secado de la madera. El uso de esta tecnología es de bajo costo y muy accesible a los pequeños y medianos productores. El consumo de energía eléctrica es bajísimo y el mantenimiento de la infraestructura es básico y sencillo. Lo mejor de esta tecnología es que armoniza con el ambiente y aprovecha una energía altamente abundante en el trópico, además de que la energía no es contaminante.

Un secador solar de madera aserrada será útil y eficiente si se construye adecuadamente. Lo relevante de un horno solar es que la energía que calienta el sistema proviene del sol; esa energía se atrapa en forma de calor y debe permanecer atrapada en la cámara de secado la mayor cantidad de tiempo posible, de manera que el aislamiento térmico de la cámara debe ser muy bueno.

## Componentes de la secadora solar

El **cimiento** da soporte estructural a la cámara y aísla la humedad y temperatura a través del suelo.

Las **paredes y puertas** deben asegurar que la temperatura interna se mantenga durante el mayor tiempo posible dentro de la cámara y que la humedad externa no ingrese. Para esto, se pueden utilizar materiales aislantes como la lana de fibra de vidrio o el estereofón.



Vista de la secadora cerrada.

Las **ventanillas o ventilas** sirven de intercambio del aire

interno y externo cuando la humedad relativa dentro de la cámara es muy alta.

El **techo** de un secador solar debe garantizar el ingreso de los rayos solares, pero debe evitar su salida; se recomienda, para ello, utilizar en la construcción vidrio de 3 mm y construir el techo con la inclinación adecuada según la latitud donde se construya la cámara de secado. Para Costa Rica el techo deberá tener una inclinación aproximada a los 10% en la dirección Norte-Sur, con el fin de que los rayos solares incidan perpendicularmente sobre el colector durante todo el año.



Madera aserrada lista para ser secada en la secadora solar.

El **colector solar de temperatura** es una estructura de hierro capaz de almacenar el calor que se genera por la incidencia de los rayos solares sobre él; debe tener el calibre adecuado para que el almacenamiento sea eficiente y siempre se coloca debajo del techo.

Para la circulación del aire dentro de la cámara y entre la pila de madera, se requiere la instalación de **abanicos**. La cantidad y capacidad de los abanicos depende del tamaño de la cámara.

El **baffle o lona** es una estructura ubicada entre el colector y la pila de madera y tiene la función de evitar la incidencia directa de la corriente de aire sobre la madera.

## El proyecto

La Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) construyó un modelo de secadora solar. Posteriormente, con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC y el apoyo material de empresas como Hacienda Junquillal y Maderas Cartago, que facilitaron cargas de madera aserrada, se realizó una validación del funcionamiento de la secadora en las condiciones ambientales de Cartago y bajo las exigencias reales de trabajo de un secador.

La investigación, que se prolongó por 24 meses, fue liderada por la Escuela de Ingeniería Forestal, pero incluyó la participación de dos escuelas más que participaron durante los primeros 12 meses del proyecto.

El estudio consistió en realizar simultáneamente pruebas de secado de madera de *Tectona grandis* y de *Gmelina arborea*, ambas especies de 2,54 cm de espesor, en el secador solar y al aire. Estas pruebas se realizaron en la época seca, en la época

lluviosa y en una estación que se denominó intermedia. Las pruebas se realizaron con el objetivo de determinar los tiempos de secado de la madera bajo estas dos condiciones y, de paso, con las primeras pruebas se valoró la eficiencia para atrapar calor en esta secadora.

Parte de los resultados obtenidos en estas pruebas de secado se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.**

Tiempos de secado de madera aserrada, por especie y según tipo de secado durante las estaciones seca y lluviosa en Cartago, Costa Rica.

Especie	Tipo de secado	Estación	CHi (%)	Tiempo de secado	CHf (%)
Teca	Solar	Seca	84	31	12
Teca	Aire	Seca	63	45	16
Teca	Solar	Llu-	76	36	12
Teca	Aire	Llu-	78	59	19
Melina	Solar	Seca	154	49	12
Melina	Aire	Seca	111	57	26
Melina	Solar	Llu-	165	83	16
Melina	Aire	Llu-	141	83	40

\*Contenido de humedad en equilibrio para Cartago 16%.

Adicionalmente al secado de madera, el proyecto contempló la elaboración de un prototipo electrónico que registre la humedad interna y externa de la cámara, así como la temperatura; de esta forma, el sistema electrónico permite bajo ciertas condiciones ambientales internas y externas que se abran o cierren de forma automática las ventilas de intercambio de aire con el ambiente, con miras a reducir la humedad relativa en la cámara. Este prototipo fue desarrollado con la participación de la Escuela de Ingeniería en Electrónica del TEC.

Por otra parte, con la participación de la Escuela de Ingeniería Electromecánica se revisó la cámara de secado y se probó experimentalmente la circulación del aire y la eficiencia para atrapar temperatura. En esta parte del desarrollo del proyecto se ensayó la utilización de sustancias para disminuir la humedad relativa interna utilizando diferentes sustancias desecantes. Además, se ensayó si los cambios de color externos repercutían en la temperatura atrapada. Los resultados de esta etapa demostraron que las especificaciones de los abanicos utilizados y su posición dentro de la cámara aseguran el flujo de aire adecuado para el secado de madera; además, se logró demostrar que la adición de sustancias desecantes y el cambio de color no producen aumentos estadísticamente significativos en la temperatura de la cámara.

### ¿Qué más se ha logrado?

Junto a los resultados de tipo técnico que este proyecto ha obtenido, es importante resaltar la atracción que ha surgido en los productores pequeños sobre el uso de este tipo de secadoras de madera. La Ciudad de los Niños ya construyó un modelo de secadora de madera similar al nuestro; esa secadora fue construida dentro de un proyecto productivo en donde la Escuela de Ingeniería Forestal estaba encargada de la parte de manejo e industrialización del módulo forestal de esa finca. Se han difundido resultados de este proyecto en el XIII Congreso Agronómico y Forestal y se difundió gran cantidad de información en

diferentes eventos, como la Expo Regional Universitaria de Golfito y algunas ferias vocacionales realizadas en la zona de Los Santos y en Puerto Jiménez de Golfito.

### ¿Qué sigue?

Aunque el proyecto de investigación en su fase activa concluyó el 31 de diciembre de 2010, la secadora solar se mantiene en funcionamiento constante. Por ejemplo, se ha utilizado en secado de aserrín y secado de corona de piña para otros proyectos de investigación de la Escuela de Ingeniería Forestal. Se han realizado pruebas de secado de plásticos para un proyecto de reciclaje y, además, existe interés de poner a funcionar un secador similar a este para el secado de raíz de *Quassia amarga* en el Atlántico.



Muchas personas se han interesado en la tecnología de las secadoras solares. La profesora e investigadora Cynthia Salas (de espaldas), explica su funcionamiento.

### Ventajas de construir secadoras solares

Entre las ventajas de construir secadoras solares, están:

- Los materiales que se requiere son comunes y están disponibles en nuestro mercado nacional.
- Las secadoras solares son sencillas en cuanto a diseño y operan con mucha facilidad.
- Los costos de construcción no son altos y la inversión podría recuperarse en menos de dos años.
- Se logra llevar la madera a contenidos de humedad de 10 % y 12%, que son contenidos adecuados para trabajar productos acabados en la industria del mueble y de puertas, entre otros.
- Aunque los costos de operar un secador solar son más altos que el secado al aire, son un 85% más bajos que secar madera en hornos convencionales.

### Investigadores del proyecto

Escuela de Ingeniería Forestal  
 Ing. Cynthia Salas Garita, M.Sc. Coordinadora del proyecto  
 Ing. Róger Moya Roque, Ph.D.  
 Escuela de Ingeniería Electrónica  
 Ing. Arys Carrasquilla Batista, M.Sc.  
 Escuela de Ingeniería Electromecánica  
 Ing. Ignacio del Valle Granados, M.Sc.