



SECADOR PARABÓLICO MEJORADO

Carlos E. Oliveros Tascón*; César A. Ramírez Gómez*; Juan R. Sanz Uribe*; Aída E. Peñuela Martínez*

Los secadores parabólicos diseñados por Cenicafe han sido construidos y utilizados exitosamente en diferentes regiones del país, especialmente en fincas de pequeños caficultores. Los materiales empleados en su construcción tienen diferentes períodos de vida útil, por lo que es necesario reparar los componentes del secador en diferentes tiempos. Es así, como la cubierta plástica y la estructura en guadua pueden tener una vida útil mayor de 3 y 10 años, respectivamente, si son construidas siguiendo las recomendaciones de Ramírez *et al.* (4). Si el piso es de concreto puede durar más de 15 años, pero si se utiliza malla plástica (red 5000), su vida útil es mayor de 5 años.

* Investigador Principal, Investigador Científico I, Investigador Científico II e Investigador Científico I, respectivamente. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.



Además del tiempo, los factores climáticos como el sol y el viento, deterioran la cubierta plástica del secador parabólico, por que es necesario reemplazarla. En este Avance Técnico se presenta una alternativa para reconstruirla, de manera fácil y económica, aprovechando las ventajas de los nuevos desarrollos como el secador solar de túnel, con el cual se ha notado una disminución considerable en el tiempo de

secado, por efecto de la reducción en el volumen de aire contenido en su interior, así como un acceso al café más fácil y cómodo (1). Con estas modificaciones en la reconstrucción del secador parabólico se busca mejorar el aprovechamiento de la energía solar y del aire, facilitar la operación del secador y disminuir su mantenimiento y sus costos.

MATERIALES NECESARIOS

En la Tabla 1 se presenta el listado detallado de los materiales requeridos para la reconstrucción del secador parabólico, con la alternativa propuesta.

Tabla 1. Materiales y presupuesto requeridos para la reconstrucción del secador parabólico.

| Materiales | Unidad | Dimensiones | Cantidad | Valor unitario | Valor total | Observaciones |
|-------------------------------|----------------|---------------------|----------|----------------|-------------|---|
| Guadua | m | 7,00 | 5 | \$ 2.500 | \$ 12.500 | Cocas para soportar la cumbre y el piso |
| | m | 4,60 | 10 | \$ 2.500 | \$ 25.000 | Latas de 5 cm x 5 m de largo para los arcos |
| | m | 7,00 | 4 | \$ 2.500 | \$ 10.000 | Para templar el plástico |
| | m | 2,00 | 6 | \$ 1.000 | \$ 6.000 | Estructura en cruz, soporte del techo |
| | m | 1,5 | 6 | \$ 1.000 | \$ 6.000 | Latas de 5 cm x 1,5 m de largo para las tapas frontales |
| | m | 4,00 | 4 | \$ 2.000 | \$ 8.000 | Latas de 5 cm x 4,0 m de largo para las tapas laterales |
| Total guaduas | m | 7 | 41 | | \$ 67.500 | |
| Plástico Agropilas o Agroleno | m | 2,50 de ancho doble | 7,5 | \$ 5.600 | \$ 42.000 | Calibre 8 para las tapas laterales |
| | m | 1,50 de ancho | 8 | \$ 2.500 | \$ 20.000 | Calibre 8 para el caballete |
| | m | 1,50 de ancho doble | 5 | \$ 5.600 | \$ 28.000 | Calibre 8 para las tapas frontales |
| Puntillas | lb | 2" | 1 | \$ 1.800 | \$ 1.800 | |
| | lb | 2 1/2" | 1 | \$ 2.400 | \$ 2.400 | |
| Alambre dulce | kg | 2 | 1 | \$ 3.000 | \$ 3.000 | Calibre 18 |
| Pintura | Galón | | 0,25 | \$ 58.000 | \$ 14.500 | Protección madera |
| | Galón | | 0,25 | \$ 52.000 | \$ 13.000 | Vinilo blanco |
| Thinner | Litro | | 1 | \$ 2.900 | \$ 2.900 | |
| Brocha 2" | Unidad | | 1 | \$ 4.000 | \$ 4.000 | |
| Cemento | Bulto | | 0,25 | \$ 17.000 | \$ 8.500 | Gris |
| Arena | m ³ | | 0,25 | \$ 10.400 | \$ 2.600 | Pega |
| Gravilla | m ³ | | 0,25 | \$ 10.400 | \$ 2.600 | Fina |
| Mano de obra | Jornales | | 4 | \$ 17.000 | \$ 68.000 | |
| Total | | | | | \$ 213.300 | |

RECONSTRUCCIÓN

La reconstrucción que aquí se describe está dirigida solamente para el techo del secador parabólico, y se parte de la premisa de que el piso está en buen estado para ser utilizado.

La primera actividad que se debe realizar es desmontar cuidadosamente la cubierta plástica, recogiendo el plástico, las guaduas y las latas de guadua del secador que se va a reparar, se deja solamente el piso. Se recomienda cubrir con plástico el piso del secador, mientras se realizan los trabajos de reparación, para evitar que las lluvias lo deterioren. Los materiales resultantes deben separarse en reutilizables y en escombros, y estos últimos en orgánicos e inorgánicos, los cuales deben colocarse en sitios apropiados de la finca, de forma que no generen basuras o contaminación.

La nueva cubierta es una combinación de las utilizadas en el modelo parabólico y en el secador solar de túnel (1). Al igual que su antecesor, la estructura es en forma parabólica, construida con "latas" de guadua curvadas, pero en la reconstrucción la estructura es más baja, solamente para cubrir el piso del secador y facilitar el

trabajo del operario desde el exterior. Las latas curvadas están sostenidas por cinco vigas, hechas de medias guaduas, que recorren el secador de forma longitudinal. Las tres vigas superiores están apoyadas en tres soportes en forma de cruz, contruidos con guaduas enteras de 15 cm de diámetro, aproximadamente, las cuales se encargan de transmitir todas las cargas del techo al suelo (Figura 1). Para mejorar la rigidez de los soportes se le fijan guaduas diagonales a cada lado.

Dos de los apoyos en cruz que sirven de columnas, están localizados fuera del piso del secador, y el restante está ubicado en la mitad del eje principal (longitudinal) del secador, sobre una base de madera de 23 cm x 60 cm, apoyada sobre del piso del secador. En caso de utilizar piso en malla red 5000, debe apoyarse sobre las vigas (Figura 2a). Para las guaduas instaladas fuera del secador se recomienda enterrarlas a una profundidad de 50 cm y cubrirlas con concreto para reducir el deterioro (Figura 2b).

En la parte superior del secador, entre las tres vigas superiores, se construye una cumbrera de sección



Figura 1. Estructura general de soporte, con tres vigas y tres soportes en cruz.



Figura 2. Soportes en cruz interior (a) y exterior (b).

parabólica de 2,15 m de cuerda, con flecha de 0,30 m (Figura 3), utilizando el plástico, que se temple hasta que se obtenga un estiramiento igual al 1% en longitud, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes para invernaderos, la cual va a permanecer siempre fija durante el secado. Para tensar más fácilmente el plástico, se fijan latas de guadua en dos bordes opuestos y se halan sobre la estructura curva hasta lograr la deformación recomendada.

Las cuatro compuertas laterales también son del mismo plástico y cuelgan a cada lado, desde las vigas intermedias, como cortinas enrollables. La fijación a las vigas debe realizarse por debajo de la cumbrera,

a manera de traslape, para evitar la entrada de agua al secador. En el extremo libre de cada compuerta se fija una lata de guadua que le sirve de contrapeso para mantener tensionado el plástico (Figura 4).

Para la cumbrera se requieren 7,50 m de plástico de 2,50 m de ancho. Para colocar el plástico en la estructura de la cumbrera, se fijan sus bordes a latas de guadua, de 5 cm de ancho, por medio de refuerzos de Neolite®. Las latas deben pulirse en sus bordes para evitar daños al plástico y lesiones a la persona encargada de la reconstrucción del secador. Con el fin de disminuir el calentamiento de la superficie de la guadua que está en contacto con el plástico, se recomienda recubrirla

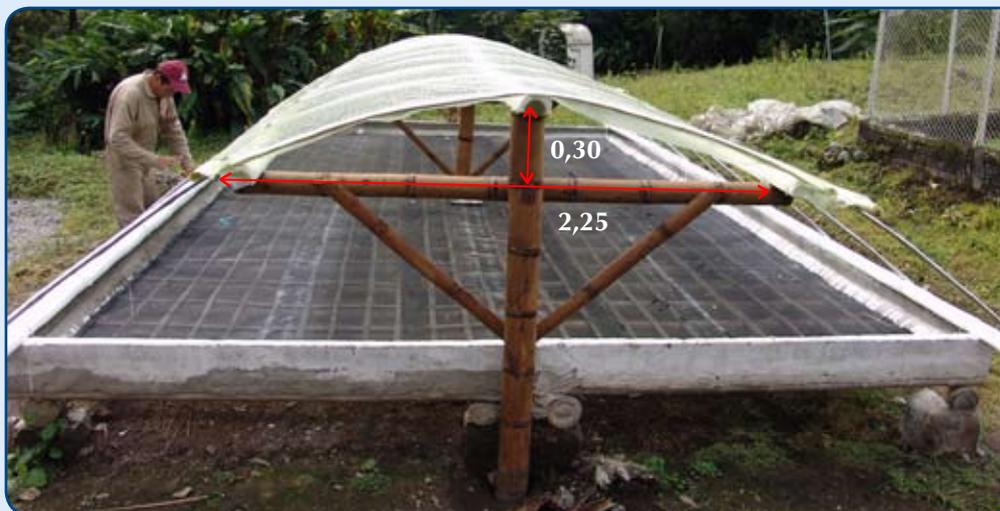


Figura 3. Cumbreira o caballete en plástico de la sección parabólica.



Figura 4. Compuertas o tapas laterales enrollables

con pintura blanca a base de agua. La altura máxima del nuevo secador parabólico es 1,50 m.

En las caras frontal y posterior del secador también se colocan compuertas enrollables en plástico, de 2,3 m x 1,3 m, fijado en uno de sus extremos a la cumbre y el otro apoyado sobre el borde del secador (Figura 5). En cada extremo se colocan latas de guadua de 2,03 m x 0,05 m debidamente pulidas, fijadas al plástico utilizando refuerzos de Neolite®.

En el espacio libre dejado en la parte alta de la cumbre, en las caras frontal y posterior, se permite la circulación de aire a través del secador (Figura 6).



Figura 5. Compuertas frontales enrollables



Figura 6. Espacio para la circulación del aire.

El suelo debajo del secador debe permanecer seco todo el tiempo, para lograrlo se recomienda construir drenajes (Figura 7), con la profundidad, pendiente y dirección adecuadas, para asegurar el desvío del agua de escorrentía. El canal de drenaje se puede rellenar con cascajo, para facilitar la circulación de las personas encargadas de atender el secador.

Operación del secador

- Para obtener los mejores resultados con el secador ya reparado se recomienda:
- Llevar el café bien lavado y escurrido, durante al menos una hora.
- Esparcir el café en el piso del secador aprovechando el área disponible al máximo. Para depositar el café en el secador, atender el proceso y descargarlo, se debe enrollar al menos una de las compuertas laterales.
- Durante los primeros dos días, se debe abrir la compuerta cercana al café recién llevado al secador (Figura 8a).
- Cuando se lleve más café al secador, el café del día anterior se puede recoger con el rastrillo formando una capa de máximo 2,0 cm de altura.

- Diariamente se debe revolver el café al menos cuatro veces, en direcciones diferentes, utilizando el rastrillo Cenicafé.
- Al final de la tarde, para reducir el enfriamiento del café y el posible rehumedecimiento, se recomienda recoger el café (Figura 8c). Al día siguiente se debe extender nuevamente.
- En el proceso se debe observar la evolución del secado de cada lote, para determinar el momento apropiado para retirarlo, es decir, cuando su contenido de humedad esté en el rango del 10 al 12%. Para ello, puede tomar muestras de diferentes partes del lote de café, trillarlas y observar el color de las almendras; si presentan el color característico (verde-azulado) se puede retirar el café del secador, pero si el color es más oscuro, es posible que esté listo al final de un día soleado. En cualquier caso, se debe observar diariamente la evolución del secado del café, porque si no hay control puede researse, perder calidad y dinero.

Para medir la humedad del café en el secado solar también se puede utilizar el método desarrollado en Cenicafé, denominado Gravimet (2, 3), basado en la relación en peso existente entre el café pergamino lavado y escurrido y el café seco. Para su empleo se requiere de una canastilla plástica de dimensiones 12 cm x 12 cm x 5 cm y una balanza electrónica de bajo costo (< \$ 40.000) con rango de 0 a 2 kg y sensibilidad de 1 g (Figura 9a). Para obtener buenos resultados con



Figura 7. Drenaje para desviar el agua de escorrentía.

el método Gravimet se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- Pesarse 200 g de café sano (sin brocados), limpio (sin pulpa, guayabas y otras impurezas) y escurrido en el tanque al menos durante 30 minutos, y depositarlo en la canastilla.
- Para cada lote de café que se lleve al secador debe utilizarse una canastilla, que se coloca sobre el piso del secador, en medio del lote de café (Figura 9b), no sobre la capa de granos.
- Cada vez que se revuelva el café con el rastrillo, al menos 4 veces al día, revolver con la mano el café



Figura 8. Operación del secador parabólico solar reformado. a). Inicio del secado; b). Etapa final de secado; c) Recogida del café al final del día.



Figura 9. Método Gravimet para medir la humedad del café en secado solar. **a.** Canastilla y balanza utilizadas; **b.** Ubicación de la canastilla en el secador parabólico modificado

contenido en la canastilla, evitando la pérdida de granos.

- Pesar diariamente el café. Cuando el peso del café esté entre 120 y 125 g pesar dos veces al día y cuando esté entre 104 g y 105 g, debe estar entre 10 y 12% de humedad. En este momento se debe tomar una muestra de café de varias partes del lote, trillarla y observar el color de las almendras, si el café está parejo, retírelo del secador. En caso de encontrar algunas almendras ligeramente más oscuras (con humedad ligeramente superior al 12%), se debe dejar el café una mañana o la tarde, es posible que después de este tiempo ya esté listo para retirarlo del secador.

En 30 ensayos realizados en Cenicafé utilizando el método Gravimet y el medidor Kappa, con muestras después de 4 horas de ser retiradas del secador, se obtuvo café seco con un promedio de humedad de 11,3%, con mediana y moda de 11,3% y 10,9%, respectivamente (3).

La cubierta del secador debe permanecer lo más limpia posible, para permitir el mayor paso de radiación solar y optimizar el tiempo de secado. Con frecuencia debe

limpiarse con agua limpia y un paño apropiado. No se puede usar detergente porque deteriora el plástico.

No debe permitirse el ingreso de animales, ni guardar en el secador productos diferentes al café. Al colocar la cubierta como se indica y con un manejo cuidadoso, se espera que dure al menos tres años.

RESULTADOS

En la Figura 10, se presentan las curvas de secado obtenidas en el secador parabólico (4) y en el secador parabólico mejorado. Se observa que con el nuevo modelo el tiempo de secado es igual o ligeramente inferior al observado con el primer modelo.

El secado solar es una forma económica y ambientalmente amigable para secar su café y obtener un producto de alta calidad. El secador solar parabólico mejorado es una excelente alternativa, fácil de construir y de operar. El café seco debe guardarse en un sitio ventilado, limpio, sobre estibas, sin humedades internas ni presencia de otros productos. Debe llevarse en un vehículo apropiado al sitio de compra lo antes posible, para evitar que se rehumedezca y pierda calidad.

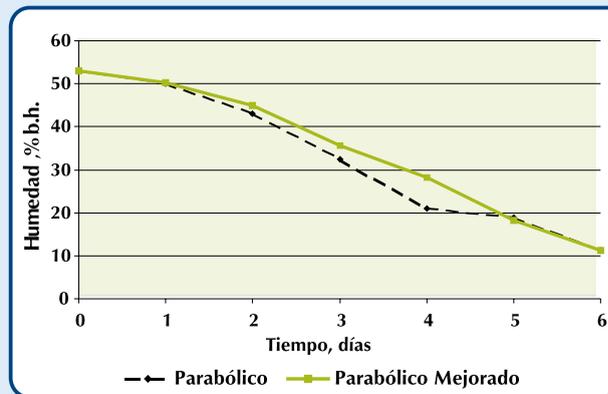
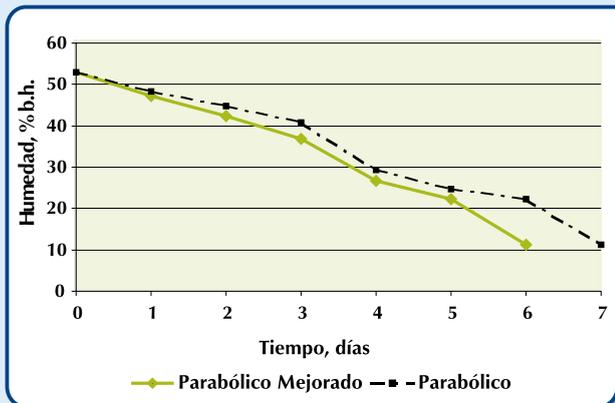


Figura 10. Curvas de secado de café obtenidas con los equipos Parabólico y Parabólico Mejorado

LITERATURA CITADA

1. OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; PEÑUELA M., A.E. Secador solar de túnel para café pergamino. Avances Técnicos Cenicafé No. 353.:1-8. 2006.
2. OLIVEROS T., C.E. Método para el monitoreo de la humedad del café en secadores solares. Informe Anual de Actividades, Disciplina de Ingeniería Agrícola, 2000 – 2001. Chinchiná, Cenicafé. 2001. sp.
3. OLIVEROS T., C.E. Determinación gravimétrica de la humedad del café pergamino. Informe Anual de Actividades, Disciplina de Ingeniería Agrícola, 2006. Chinchiná, Cenicafé. 2006. sp.
4. RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; ROA M., G. Construya el secador solar parabólico. Avances Técnicos Cenicafé No. 305:1-8. 2002.

El secado solar es una forma económica y ambientalmente amigable para secar su café y obtener un producto de alta calidad. El secador solar parabólico mejorado es una excelente alternativa, fácil de construir y de operar.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manzales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Sandra Milena Marín López
Fotografía: César A. Ramírez G.
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.
Impresión: Feriva