

Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras solares tipo domo

D. Cruz

Técnico Validador, ANACAFE - CEDICAFE, Región V, Calle de la Terminal, Zona 5, Huehuetenango, Guatemala, e-mail: regionV@anacafe.org

E. López de León

Coordinador área de Validación, ANACAFE - CEDICAFE, 5a, Calle O-50, Zona 14 Edificio Anacafé, Ciudad de Guatemala, e-mail: cedicafe@anacafe.org

L.F. Pascual

Coordinador ANACAFE Región V, Calle de la Terminal, Zona 5, Huehuetenango, Guatemala, e-mail: regionV@anacafe.org

M. Battaglia

Istituto Agronomico per l'Oltremare, via A. Cocchi 4, 50131 Florencia, Italia, e-mail: battaglia@iao.florence.it

Resumen: El artículo “Secadoras solares tipo domo para café pergamino. La experiencia en Huehuetenango, Guatemala C.A.” es una de las publicaciones técnicas elaborado por el Programa Café y Caffè con el objetivo de beneficiar a los técnicos, los productores de café de calidad y los operadores del sector del café.

El Programa Red Regional para el apoyo a las Asociaciones de pequeños productores de café de la América Central y Caribe implica seis Países: Guatemala, República Dominicana, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Nicaragua.

Este Programa tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de los pequeños productores de café de las comunidades rurales de Montaña y hacer sostenible el cultivo de café de calidad.

El Programa cuenta con la financiación del gobierno de Italia a través de la Dirección General para la Cooperación al Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores y del “Common Fund for Commodities” (CFC), que designa como entidad para la supervisión técnica la “International Coffee Organization” (ICO).

El Istituto Agronomico per l'Oltremare de Florencia (IAO) es la institución principal

responsable de la ejecución y la coordinación de las actividades que se realizan en colaboración con la Fundación Slow Food para la Biodiversidad e la Ong Italiana Ucodep.

Parablas claves: Secadoras solares, café pergamino, Guatemala, proceso de secado

Presentación

La Asociación Nacional del Café - Anacafé -, pone a disposición de los caficultores de Quiché y Huehuetenango, el presente documento. La publicación, pretende mostrar una alternativa novedosa para el secado de café pergamino en dicha región.

En esta guía el caficultor encontrará los pasos para construir secadoras solares tipo domo, así como los lineamientos generales para el funcionamiento de las mismas. De acuerdo a los resultados de la investigación, este tipo de secadoras aprovecha el calor del sol, protege el grano de polvo y basura, reduce el tiempo de secado y asegura la calidad del grano. Además, esta tecnología utiliza la radiación solar como energía limpia para calentar el aire, lo que permite deshidratar el grano.

El documento es resultado de una investigación realizada en dicha zona del país, por personal técnico del Centro de Investigaciones en Café - Cedicafé - y con el apoyo financiero del Programa Café y Caffè. Su principal objetivo es buscar alternativas que mejoren los procesos y por consiguiente, la calidad del aromático.

El Programa Café y Caffè es auspiciado por el Proyecto “Enhancing the potential of gourmet coffee production in Central American Countries CFC/ICO/39”, financiado por el Fondo Común de Productos Básicos (Common Fund for Commodities, CFC) con la supervisión técnica de la Organización Internacional del Café (OIC) y ejecutado por el “Istituto Agronómico per l’Oltremare” de Florencia adscrito al Ministerio de Relaciones Exteriores de Italia, e inició los proyectos de apoyo y coordinación con Anacafé en el año 2007. Esta guía es parte de una serie de documentos similares, que se publicarán y que forman parte del mismo proyecto.

Introducción

Todos los procesos del beneficiado húmedo son importantes y cada uno debe realizarse cuidadosamente, para obtener café de calidad para su comercialización. El secado del café pergamino, es una parte importante en el proceso y se realiza

para evitar la germinación de la semilla, reducir el contenido de humedad hasta un nivel adecuado para inhibir el desarrollo de hongos y evitar que el fruto sufra daños en su aspecto físico y composición química.

El grano puede conservarse vivo hasta seis años dependiendo del cuidado; un grano vivo de café tiene color que va desde verde claro a verde olivo azulado oscuro, cuando muere toma color blanco o amarillo y se vuelve esponjoso. La muerte del grano de café puede ocurrir por: golpes, quebraduras, fermentación inadecuada o exposición a temperaturas elevadas.

El principal factor que influye negativamente en la calidad del café almacenado, es la humedad, pues los granos húmedos constituyen el medio ideal para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios y deterioros en el producto final.

El proceso de secado del café

El secado

La práctica de secado busca disminuir el agua del grano de café, previamente lavado y escurrido de una forma natural o mecánica. El café debe quedar en un punto comercialmente aceptado, que reúna las características para almacenarlo, venderlo o trillarlo posteriormente.

El mecanismo de secado de café es más complicado que el de cualquier otro grano pues éste, después de lavado contiene alrededor de 55% de humedad; puede ocurrir volatilización de componentes aromáticos, si se emplean altas temperaturas y al mismo tiempo, el efecto negativo que las condiciones de operación pueden causar en el aspecto físico y particularmente en la bebida.

Aunque la cápsula de pergamino casi no se modifica, salvo las conocidas grietas en el café de altura; el grano de café oro se encoge para dar origen a una bolsa de aire entre el pergamino y el oro. Para ser almacenado, el grano de café debe contener alrededor de 12% de humedad.

El punto de secado en el café

Si el café escurrido se seca deficientemente, se obtiene un café dañado que se vende a un precio más bajo en el mercado. Si el café se seca mucho, pierde peso, lo que genera zonas cristalizadas en los granos, que no permitirán un tostado uniforme. Si al café le falta secado, aparecen manchas por exceso de humedad en la superficie de los granos y se generan mohos en los cafés almacenados.

Para determinar el punto de secado ya sea en patio o en secadora solar, pueden realizarse las siguientes pruebas:

A la vista

Consiste en tomar una muestra de café, se le quita el pergamino y se observa la coloración que tendrá que ser verde azulado. Si el café no ha alcanzado este color, está muy húmedo.

Con el diente

Se toman algunos granos de diferentes puntos de la partida en proceso de secado y se prensan con los dientes, si queda la marca de los dientes, indica que ya esta de punto; si el diente se hunde, el grano esta muy húmedo y si al grano no le queda ninguna seña, está reseco.

Con navaja o cuchillo

Se toman varios granos de diferentes puntos de la partida, se colocan con la cara plana hacia abajo y se efectúa un corte a cada uno, si los dos pedazos saltan hacia los lados, ya esta en su punto, si los dos pedazos no brincan está muy húmedo y si el grano no se deja partir, esta reseco.

Con martillo

Se golpean los granos colocados con la cara hacia abajo. Si al grano le queda la marca del golpe, ya esta en su punto; si los granos se aplastan, esta muy húmedo y si se quiebran esta reseco.

Determinación con aparatos

Existen aparatos que permiten la medición rápida del contenido de humedad de los granos.

El secado en patio de cemento

El sistema más tradicional y conocido para secar café son los patios de cemento, aunque en algunas ocasiones también puede observarse el secado sobre nailon de polietileno.

Ventajas

- Se usa energía limpia por medio de la radiación solar.
- No causa contaminación.

- Operación sencilla, no se necesita capacitación especial.
- El producto final es de buena calidad.

Desventajas

- Depende de las condiciones del clima
- La pérdida de humedad no siempre es constante.
- Es muy tardado si no hay suficiente radiación solar.
- La construcción de los patios puede resultar muy costosa.
- El movimiento de la masa de café debe ser constante y se necesita mucha fuerza.
- Existe riesgo de contaminación con polvo, basura y animales.
- Durante la noche puede absorber nuevamente humedad si no se resguarda.



Fotografía 1 - Secado de café pergamino con sistema tradicional (M. Battaglia, IAO)

La energía del sol

Para el secado del café, es importante aprovechar de la mejor manera la energía del sol en forma de calor. Esta energía podemos obtenerla todo el tiempo, no contamina, es gratuita y es para todos. La cantidad y la intensidad de los rayos del sol que llegan a la tierra dependerá de varios factores, como la posición del sol en relación con la tierra, que cambia según la época del año y las condiciones del cielo como: nubes, viento, lluvia, humo, etc. Es importante entonces, aprovechar al máximo la energía del sol que en conjunto con el viento, ayuda a remover la humedad de los granos de café.

La secadora solar tipo domo

Una secadora solar tipo domo, es una estructura que transforma la energía que proviene del sol. El calor, que junto con el movimiento del aire, es capaz de evaporar la humedad del grano del café. La cantidad de agua que se puede evaporar, dependerá de la temperatura que alcance el aire, por medio de la transformación de energía que hace la secadora solar y de la velocidad a la que circule el viento.

Los dos elementos básicos de una secadora solar son:

- a) El colector: donde la radiación solar calienta el aire.
- b) La cámara de secado: donde el producto es deshidratado por el aire que circula.

Estos dos elementos pueden diseñarse de diferentes formas, para integrarse a diferentes equipos de secadora solar.

Considerando lo anterior, se pueden definir tres diferentes tipos de secadoras solares:

1. Secadora solar indirecta: Los dos elementos están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar. Esta secadora es esencialmente de carácter convencional en la que el sol actúa de fuente energética.
2. Secadora solar directa: Los dos elementos pueden juntarse, en cuyo caso la cámara que contiene el producto, también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar.
3. Secadora solar mixta: Finalmente puede darse el caso en que la colección de radiación se realice tanto en un colector solar previo a la cámara, como en la misma cámara.

Ventajas

Algunos de los beneficios de la secadora solar son los siguientes:

- Disminución del 100% de los riesgos de contaminación por basura, polvo o animales.
- Incremento en la calidad del producto al obtener un grano más limpio y sin manchas.
- Disminución de hasta el 50% del trabajo físico requerido.
- Disminución hasta en un 40% en el tiempo de secado.
- Menor costo de construcción en comparación con el patio de cemento (dependiendo del diseño).
- Se evita el desarrollo de hongos al dar la humedad adecuada al grano para su almacenamiento.
- Se facilita el trabajo de escoger y separar el grano, ya que se encuentra a media altura.
- Se evita que el fruto absorba de nuevo humedad durante la noche al cerrar las ventanas de ventilación.
- Mejor aprovechamiento del espacio físico para secado del café, especialmente en las secadoras de dos niveles de parihuelas.

Desventajas

- Debido a la temperatura alcanzada en el interior de las secadoras solares, el café debe moverse en el menor tiempo posible, para que el trabajador que realiza dicho movimiento evite cambios bruscos de temperatura.
- El nailon de la cubierta tiene una durabilidad promedio de dos años y medio, y luego debe ser sustituido por uno nuevo.
- Se puede obtener un secado disparejo, si no se realiza constante movimiento de la masa de café dentro de cada parihuela

Características de la secadora solar tipo domo

La secadora solar tipo domo consiste básicamente en:

1. Estructura de madera y tubo PVC
2. Piso de tierra
3. Cubierta de nailon para invernadero con protección ultra violeta (UV).
4. Mide 3.40 metros de ancho x 10 metros de largo x 2.25 metros de altura. La entrada de aire frío es de 15 cm. en la parte baja, las ventanas de ventilación



Fotografía 2 - Secado de café pergamino en secadora solar tipo domo, vista exterior (M. Battaglia, IAO)

miden 30 cm. por 80 cm. y tienen una cortina del mismo nailon para cubrirlas en la noche.

5. En el interior, se encuentran 20 parihuelas o zarandas de 1.20 metros de largo x 0.91 metros de ancho, de madera y malla de acero inoxidable, cada una tiene capacidad aproximada de 50 libras de café húmedo, para hacer un total de 10 quintales, la altura de la masa de café no debe ser mayor de 4 cm. Las parihuelas son móviles al igual que las tarimas y las reglas, esto con el objetivo de usar la instalación para otros fines cuando no haya café para secado. En los lados, se puede construir una zanja recubierta con cemento para el drenaje del agua de lluvia.

El funcionamiento y la operación de la secadora solar son simples:

1. El principio básico es calentar el aire del interior mediante los rayos del sol, disminuyendo así su humedad relativa.
2. Dicho aire caliente, al contacto con el café húmedo, tiende a absorber agua, secando por tal razón el grano.
3. Debido a las diferencias de temperatura existentes entre el aire del interior y del exterior, el aire circula por el fenómeno de convección natural, de esta forma el café perderá gradualmente la humedad.



Fotografía 3 - Secadora solar tipo domo, paribuelas internas (M. Battaglia, IAO)

Aspectos generales del manejo y mantenimiento de la secadora solar tipo domo

- Se debe procurar el mejor funcionamiento de la secadora para lo cual, debe permitirse el fenómeno de convección. Es decir, que no debe interrumpirse la circulación del aire colocando láminas u otros materiales como protección alrededor de la misma.
- Si el lugar es muy frío o hay mucho viento, puede reducirse la entrada de aire en la parte de abajo, a 10 cm. Esto para evitar un poco la entrada, pero nunca cerrar por completo porque la secadora dejaría de funcionar por falta de circulación de aire.
- Si se observa que durante el día no se alcanza la temperatura adecuada dentro de la secadora, pueden abrirse las ventanas únicamente a la mitad, colocando topes para que no haya mucha salida de aire caliente.
- Si se hace esto, debe tenerse mucho cuidado y observar que no se acumule vapor en el interior de la secadora, el cual, al caer en forma de gotas sobre el café en proceso de secado, daña irreversiblemente la calidad.
- El funcionamiento ideal de la secadora depende directamente de las

condiciones ambientales y especialmente de la radiación solar. No debe proyectarse sombra hacia la secadora, de lo contrario deberán podarse (no eliminar totalmente), algunos árboles o arbustos que estén alrededor.

- El café lavado, debe escurrirse un día en patio antes de colocarse en las parihuelas de secado dentro de la secadora solar, de esa forma el tiempo promedio de secado es de tres días de condiciones normales. Si no se escurre, toda el agua que contiene, cae en el piso de la secadora y al evaporarse solamente estará en circulación dentro de la secadora y no permitirá un secado rápido y uniforme y puede dar punto de secado hasta los 7 u 8 días.
- Dentro de cada parihuela de secado de 1.20 metros x 0.91 metros, deben ir aproximadamente 50 libras, para hacer una capa no mayor de 4 centímetros de altura que permite la circulación del aire por medio de la masa de café.
- Debe moverse la masa de café a cada 45 o 60 minutos para que el secado sea parejo, debe hacerse lo más rápido posible para evitar deshidratación por la temperatura que se puede alcanzar, hacer este trabajo en un momento nublado o simplemente abrir la puerta para permitir entrada de aire frío.
- Para separar el café pinto, manchado, quebrado, etc. y dejar solo el pergamino de primera calidad, debe hacerse en horas frescas o cuando la partida esté completamente seca.
- Para el punto de secado, debe tenerse mucho cuidado pues si no se saca rápido, puede obtenerse café reseco. Debe buscarse la mejor forma de sacarlo de las parihuelas lo más rápido posible, puede ser con canastos o costales pequeños según al espacio de la calle.
- Las cortinas de las ventanas deben estar cerradas durante la noche para evitar la entrada de humedad, y deben estar abiertas durante el día; o cuando haya mucho calor dentro de la secadora, para permitir la salida de la humedad que el café va perdiendo por acción de la circulación del aire seco.
- La puerta debe estar siempre cerrada para evitar la entrada de polvo, basura y animales.
- Si el nailon se deteriora o sufre una ruptura, puede repararse colocando un parche del mismo nailon sobre el deteriorado, en cada lado se coloca papel periódico y sobre éste se pasa varias veces una plancha eléctrica caliente, para que el parche se pegue al lienzo principal sin usar ningún pegamento.
- Evitar la contaminación del café por humo, polvo u olores fuertes como el de la pulpa o granjas, por lo que debe considerarse esos aspectos al momento de construir las.



Fotografía 4 - Secadora solar manipuleo del café húmedo (M. Battaglia, IAO)

Otros usos de la secadora solar

Puede reconocerse un valor extra de las secadoras solares, ya que pueden usarse antes y después de la cosecha del café, para alguna de las siguientes actividades.

- Cultivo de maíz, frijol, tomate, etc.
- Secado de granos básicos como maíz, frijol, semillas, etc.
- Secado de leña y madera.
- Secado de ropa.
- Maduración de fruta, principalmente plátano (mas dulce y mas rápido).
- Deshidratación de frutas.
- Germinación de semillas de hortalizas como repollo, coliflor, acelga, tomate, etc.
- Criar y empollar gallinas.
- Bodega.
- Hospedaje.

Conclusiones

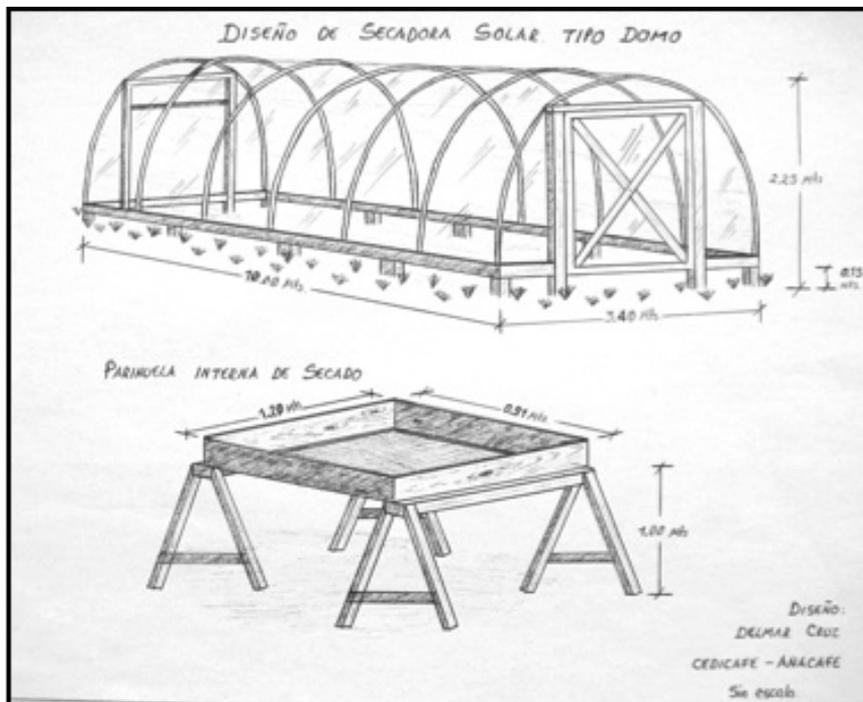
1. El café obtenido de la secadora solar presenta muy buena apariencia física y está libre de polvo, basura y otros contaminantes.
2. El café que se coloca dentro de la secadora solar, está protegido de la intemperie pero especialmente de la lluvia que puede afectar la calidad física y química de un café de alta calidad.
3. La vida útil de toda la infraestructura de la secadora solar es de aproximadamente 8 años, a excepción del nailon de la cubierta, que tiene entre dos y tres años de vida útil y que tendrá que cambiarse cada vez que esté deteriorado.
4. Debe tenerse mucho cuidado con el nailon y evitar que sufra rayones o cortadas porque se deteriora mucho más rápido por el movimiento que le provoca el viento.
5. Para la construcción debe usarse madera seca y de preferencia que no sea resinosa pues el café podría absorber algún olor o sabor similar.



Fotografía 5 - Café en las última fases de secado (M. Battaglia, IAO)

Anexo 1 - Presupuesto de secadora solar tipo domo de 10 metros de largo por 3.40 metros de ancho

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	APORTE RED CAFÉ / ANACAFAE	APORTE BENEFICIA RIOS
Arena de río	Metro cubico	1	80.00	0.00	80.00
Mano de obra no calificada	Jornal	8	50.00	0.00	400.00
Transporte de materiales	Unidad	1	1500.00	0.00	1500.00
Tubo PVC de 3/4"	Unidad	13	30.00	380.00	0.00
Nylon ultra violeta de 6 yardas de ancho	Metro	15	35.00	525.00	0.00
Cedazo de 3/16"	Rollo	1	600.00	600.00	0.00
Lamina lisa galvanizada calibre 28 mm	Unidad	2	100.00	200.00	0.00
Clavo de 2.5"	Libra	6	8.00	48.00	0.00
Clavo de 3"	Libra	3	8.00	24.00	0.00
Clavo de 4"	Libra	3	8.00	24.00	0.00
Clavo de 2"	Libra	2	8.00	16.00	0.00
Clavo de 1"	Libra	2	8.00	16.00	0.00
Pita rafia rollo de 10 libras	Rollo	1	90.00	90.00	0.00
Bisagras de 3"	Unidad	2	7.00	14.00	0.00
Cemento	Saco	4	60.00	240.00	0.00
Grapas de metal de 5/16"	Unidad	1	15.00	15.00	0.00
Reglas de madera de 3 x 3" x 12" (armadura)	Unidad	13	45.00	585.00	0.00
Reglas de madera de 2 x 2" x 12" (puerta)	Unidad	3	20.00	60.00	0.00
Reglas de madera de 2 x 3" x 12" (travesaños)	Unidad	11	30.00	330.00	0.00
Reglas de madera de 2 x 3" x 8" (travesaños tarimas)	Unidad	4	17.00	68.00	0.00
Reglas de madera de 2 x 3" x 7" (patas tarimas)	Unidad	16	15.00	240.00	0.00
Fajillas de madera de 1 x 6" x 8" (parihuelas)	Unidad	20	17.00	340.00	0.00
Fajillas de madera de 1 x 6" x 7" (parihuelas)	Unidad	20	15.00	300.00	0.00
Fajillas de madera de 1 x 2" x 12" (sujetar nylon)	Unidad	8	10.00	80.00	0.00
Mano de obra calificada	Unidad	1	1700.00	1700.00	0.00
SUB TOTAL APORTE BENEFICIARIOS				1980.00	1980.00
SUB TOTALES APORTE PROYECTO				5916.00	5916.00
IMPREVISTOS					591.50
TOTAL APORTE RED CAFÉ / ANACAFAE					6506.50

Anexo 2 - Diseño de secadora solar tipo domo**Bibliografía**

- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFÉ, 2006. Guía Técnica de Caficultura. Edición 2006, Guatemala.
- Berrueta Soriano, Victor M., 2004. *Secador solar para café*. Manual de construcción. Foro para el desarrollo sustentable, A.C. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.