

---

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES DE LOS DESHIDRATADORES SOLARES

Los primeros métodos de preservación de alimentos que se utilizaron fueron las salmueras, la inmersión en grasa, el secado, el hielo natural. Las máquinas frigoríficas, a principios del siglo 20, suplantaron el hielo natural, y evolucionó el tratamiento de la preservación de alimentos. La refrigeración se perfeccionó y nació la congelación. Esto industrializó los alimentos, en cantidades industriales en alta mar. Pudo exportarse a diferentes países, carne, pescado, pollo, frutas, y todos los alimentos imaginables.

Pero la refrigeración y la congelación, son sistemas que mantienen los productos casi naturales, que generan consumo de energía y volumen de almacenaje. Así también, otros impactos ambientales colaterales. Paralelamente se generaron otros métodos de preservación, como la desecación congelante, que incluye procedimiento de vacío, denominado liofilización que, por su naturaleza y capacidad operativa, su aplicación es restringida para elaborar medicamentos, porque este método consume demasiada energía.

El "spray" es otro sistema de desecación bueno, pero su uso está restringido a sustancias que se puedan pulverizar. Otro de los procedimientos ensayados para preservar alimentos, es la radiación, también llamado método de irradiación, pero este buen sistema esteriliza y estabiliza el alimento en su envase, no tiene buena reputación entre los consumidores, por su origen en el uso de elementos radiactivos. Finalmente, está la deshidratación al aire libre, y la deshidratación en hornos mecánicos a combustión interna. Estos sistemas consumen menos energía en relación con el costo del producto y el valor de venta. Además., produce resultados buenos y aceptables entre los consumidores.

#### 1.1.- CONCEPTOS PRELIMINARES

La productiva en el rubro de preservación de alimentos en los últimos tiempos, está dirigida a la deshidratación o desecación. Este método se logra por tres procesos de deshidratación:

1. Al aire libre o en "playones" de secado.
2. Por hornos solares.
3. Por Hornos deshidratadores mecánicos a combustión interna.

Para comprender el principio de la deshidratación de alimentos, hay que comprender la naturaleza inestable del agua. El agua se encuentra dentro de las fibras del producto, para que se evapore, es necesario suministrarle aire en la superficie del producto, a una velocidad que mantenga una temperatura determinada, que acelera el proceso de pérdida de agua.

### **1.1.1.- DESHIDRATACIÓN AL AIRE LIBRE**

Este procedimiento es económico y fácil de secado, consiste en exponer los géneros al medio ambiente, energía solar y el viento, que se encargaran de secar el producto. Solo se necesitan “camas” para colocar los géneros y exponerlos al aire y el sol, para que realicen su trabajo. El costo de este procedimiento es casi nulo. Su eficiencia es relativa y esta sujeta a las variaciones climáticas y a los agentes externos.

Los productos alimenticios están expuestos a los agentes climáticos y las variaciones de humedad y temperatura del día a la noche, a la lluvia, a los insectos, a los pájaros, los roedores, al polvo ambiental, al manoseo del hombre en el ámbito rural, sin la debida instrucción al manipuleo de alimentos, al manejo y apoyo de los productos sobre estantes no especificados para uso alimentario, como tablas de madera, piso de cemento, etc.

Los aplicadores de este sistema sostienen que es un procedimiento natural, que el sol se encarga de eliminar todas las “inconveniencias” del tratamiento, que reciben este método los alimentos. Esto es una falacia. El sol tiene un poder bactericida por la radiación UV, pero los residuos orgánicos no son eliminados. Los productos alimenticios obtenidos, no poseen seguridad alimentaria por la naturaleza aleatoria del procedimiento de secado.

### **1.1.2.- DESHIDRATACIÓN POR HORNOS SOLARES**

Estos sistemas están sujetos a las variaciones térmicas del sol, a la temperatura, su funcionamiento es intermitente y los procesos sufren otras variaciones. El costo de instalación, montaje y funcionamiento, son menores, el rendimiento de Kilogramos. de producto desecado es menor. Sólo se aplica, para producciones artesanales, con cierta calidad artesanal y el alcance de este sistema abastece necesidades regionales.

### **1.1.3.- DESHIDRATACIÓN POR HORNOS MECÁNICOS A COMUSTIÓN INTERNA INDIRECTA.**

Este sistema se elabora con el consumo de energía eléctrica, gas u otro combustible y depende de la ingeniería constructiva del horno. Su eficiencia es mayor, porque su funcionamiento en el secado no es interrumpido y se realiza en un menor tiempo, con una cuarta parte del sistema al aire libre. Además, el aire es filtrado en el ingreso al horno, para que no exista partículas, ni polvo, ni insectos, ni pájaros, no soporte la humedad de la noche (rocío) y la manipulación del producto por parte de personal, es controlada y bajo normas de seguridad alimentaria.

Las ventajas de este sistema son mejores, porque todos los parámetros son controlados. La corriente de aire es de alta velocidad y caudal, pero constante, la temperatura se selecciona y varía para diferentes productos. Los hornos de combustión interna son eficientes, porque utilizan la energía necesaria y superior a los sistemas indirectos. Es decir, se aplica a calderas calefactor con intercambiador, a diferencia de los sistemas con quemadores en

**vena de aire, que son directos.** Los productos de combustión son quemados y enviados directamente a los alimentos, como resultado se obtiene un nivel alto de humedad del aire de secado y las acciones de la "flama" de combustión afectan a los alimentos en este proceso. Por esta razón, los hornos de deshidratado deben tener buenas prácticas constructivas y como premisa el estudio del consumo de energía en este proceso.

Además, estos hornos de deshidratado deben ser lo suficientemente evolucionados, para obtener la mayor eficiencia. Esta eficiencia, se muestra en los metros cuadrados de superficie disponible en sus bandejas, que se denomina como la capacidad de carga térmica del horno, para que sean expuestas a la mayor incidencia del aire, el carro portabandejas debe rotar en su eje central. De esta manera la rotación hace que las cuatro caras queden sometidas a la acción del aire. En consecuencia, el aire es el que seca, la temperatura ayuda a romper la tensión superficial del agua contenida en el género, esto facilita la deshidratación. Elevar la temperatura genera mayor velocidad de deshidratación, pero no es conveniente este procedimiento, porque existe una delgada línea entre desecar y cocinar.

Estos hornos deshidratadores mecánicos a combustión interna indirecta, se le asignó la opción moderna y limpia para tratar alimentos. Los alimentos deshidratados crecieron en el mercado de consumo, por esa razón hay que aplicar soluciones racionales en los procesos de transformación. La seguridad alimentaria, difícilmente pueden competir con otros sistemas de desecación, pero deben analizar y tomar en cuenta, que este proceso que lleva menor tiempo de deshidratación, pero mayor consumo de combustible y costo.

## 1.2.- DESHIDRATACIÓN SOLAR

En las regiones industrializadas, el bajo costo del combustible y el incremento de los salarios, permitió el desarrollo de procesos de la deshidratación artificial en gran escala basados en el uso de combustible.

En los últimos años, la escasez y mayores precios de los combustibles ha despertado un nuevo interés en la deshidratación, basado en el uso de la energía solar, tratando de desarrollar técnicas, que permitan solucionar problemas mencionados en relación con la deshidratación al aire libre.

Iberoamérica no se ha escapado a esta evolución y a partir de la década de los setenta, se han llevado a cabo trabajos de investigación y desarrollo de varios países, generalmente en las Universidades y Centros de Investigación. Aunque, no se ha logrado una aplicación masiva de la deshidratación solar, se han desarrollado en diversos lugares una amplia gama de deshidratadores solares, cuya utilización se realiza en regiones prioritarias. Estos sistemas no requieren de alta tecnología, para utilizarse y se adaptan a los diferentes niveles de desarrollo de la región. La tecnología es utilizable en forma descentralizada, la fuente de energía es renovable y no tiene efectos nocivos sobre el medio ambiente, estos argumentos se dirigen a lograr el desarrollo rural armónico.

### 1.3.- TECNOLOGÍAS DE LAS DESHIDRATACIÓN SOLAR

La tecnología de los secadores solares, primero se debe preguntar que conviene secar un producto. La respuesta no es obvia, normalmente es preferible venderlo fresco si las condiciones de mercado así lo permiten. Así se ahorra el trabajo de preparar y secar el producto.

Para utilizar secado solar, se aplican los siguientes métodos:

- **Secado natural:** simplemente extendiendo el producto a secar directamente al sol. A veces sobre plásticos y a veces con tratamiento. Es la forma más sencilla y económica de hacer secado, pero la que tiene menos control. Por lo tanto, la calidad del producto es menor. Es probable tener pérdidas por polvo, insectos, hongos o quemadura del producto. Se utiliza mucho al tener grandes cantidades concentradas en poco tiempo.
- **Secado natural mejorado:** se mejora la técnica, utilizando charolas sobre el nivel del suelo, para mejorar la transferencia de calor entre aire y producto, como bandejas y otros medios simples. Pero esencialmente el producto se seca por efecto de la radiación solar y el aire ambiente.
- **Secado solar tecnificado:** se utiliza un secador solar, que es un artilugio, donde se hacen los diferentes secados solares.

Se refiere a los diferentes tipos de secadores solares tecnificados.

#### 1.3.1.- SECADORES DIRECTOS

Son los más sencillos de fabricar y tienen menor control sobre la calidad del producto. La típica disposición es una caja con cubierta de vidrio u otro material transparente y el producto puesto sobre bandejas, por donde circula el aire. Tienen el inconveniente de cargar poco producto y entregar una calidad dudosa. Es muy probable que el producto se queme, como se muestra en la figura 1.1.



Figura 1.1.-Secador solar directo

### 1.3.2.- SECADORES INDIRECTOS:

Para este caso, es básicamente un colector solar plano, donde el aire ambiente se calienta y una cámara de secado donde se coloca el producto en bandejas.

La ventaja es que, el producto no recibe radiación, normalmente retiene mejor color. Pero, si la cámara de secado no se diseña bien, la circulación de aire es menor, por lo tanto, existen problemas de hongos.

Lo ideal es disponer de un sistema de ventiladores, que aseguren una circulación de aire forzado, como se muestra en la figura 1.2.



Figura 1.2.-Pequeño secador indirecto.

Todo secador indirecto, la temperatura del aire inicial, que entra a la cámara de secado, debe tener un rango de 50 a 60°C, para lograr un secado efectivo y el rendimiento del colector disminuya. En la última etapa del secado, la temperatura de aire no debe superar los 50°C, para evitar deterioro del producto.

Para la aplicación, de un secador para hierbas aromáticas, lo ideal es un sistema indirecto con control estricto de temperatura y recirculación de aire. La temperatura no debe superar los 35°C, para minimizar la pérdida de aceites esenciales y se debe usar recirculación de aire, en las últimas etapas con esta misma finalidad.

Por otro lado, si se desea fabricar un secador de gran tamaño, que cargue centenares de kilogramos de producto fresco, también el diseño ideal es uno indirecto, que duda permiten un mucho mejor control del proceso.

Así también, el secado de la madera, que es complejo y exigente, *debe* realizarse con secadores solares indirectos, como se muestra en la figura 1.3.



Figura 1.3.-Planta secadores indirectos, sin recirculación de aire. Las cámaras de secado se ven al centro.

Finalmente, se recomiendan secadores indirectos, para productos exigentes, que se trate de grandes cantidades de producto fresco. Por lo tanto, la inversión unitaria es mayor, que los secadores mixtos, porque la unidad comprende un banco de colectores solares y una cámara de secado. En cambio, los mixtos, el banco de colectores, que al mismo tiempo actúa como cámara de secado.

### 1.3.3.- SECADORES SOLARES MIXTOS:

En este proceso se aprovecha la radiación directa sobre el producto como la convección del aire. Tienen la ventaja de requerir menores temperaturas de aire y ocupar relativamente poca superficie.

El modelo inicial se experimentó en 1977, basado en el diseño de un Portugués (Salgado Prata), utilizaba colector planos como precalentador, cámara de secado con bandejas y chimenea, como se muestra en la figura 1.4.



Figura 1.4.-Secador Solar Mixto, modelo 1977

Con el tiempo, se ha simplificado el diseño y se hace más efectivo. El modelo actual, no tiene ni colector para precalentar aire, ni chimenea. Es preferible utilizar el área, que se destina al colector a más superficie de bandeja

de la cámara, pero se debe inclinar para tener suficiente tiraje de secado, sin el gasto ni complicación de la chimenea.

Además, el diseño actual es desmontable, de manera de guardarlo cuando no se desee utilizar en invierno. Tienen tres bandejas que cargan de 15 a 20 kg de producto fresco por bandeja, que seca la humedad final en períodos de tiempo de tres a diez días, según el tipo de producto y la estación del año. Estos tipos de diseños, deben ser económicos, durable y seguro de operar, como se muestra en la figura 1.5.



Figura 1.5.-Secador actual con la cubierta abierta para mostrar el interior

La cubierta es de policarbonato, las bandejas tienen malla plástica y hay malla mosquitero a la entrada y salida de aire. Es muy importante prevenir la entrada de insectos en las horas de menos calor.

#### 1.4.- ASPECTOS PRÁCTICOS EN EL SECADO SOLAR:

Se ha trabajado desde hace 15 años. Las condiciones ambientales en nuestro estado son buenas para el secado solar, desde el mes de marzo hasta octubre. La variedad de las frutas para el secado o deshidratación, comprende el mango, papaya, plátano y otros complejos.

En todos los casos, comprende que la cadena total del deshidratado solar, es mayor y las principales etapas son:

- **Selección y preparación previa del producto:** se debe seleccionar el estado adecuado de madurez, porque los productos demasiado maduros, no se deshidratan bien, por el exceso de agua. Así también, seleccionar que no sean cortes demasiado grandes. En esta etapa es común el corte o picado. Por ejemplo, la manzana se corta en rodajas finas para deshidratarla y los duraznos se deben pelar.
- **Tratamientos previos:** básicamente existen dos tipos de tratamiento. En el caso del azufrado, se expone el producto a atmósfera saturada en  $\text{SO}_2$ , el mismo se utiliza para evitar pardeamiento y además para conservar mejor el producto. El segundo tratamiento común, que se

hace antes del azufrado, que se escalfa en una solución débil de soda caústica. Esta se utiliza, para hacer permeable al vapor de agua la piel cerosa de ciruelas y uvas. Como la ciruela es oscura, después no necesita azufrado. Si uno desea obtener pasa negra, tampoco se azufra.

- **Durante el secado:** lo principal es observar diariamente el proceso y eventualmente rotar las bandejas, si no existe la distribución del aire caliente uniforme, posteriormente sacar lo que está ya seco. No es necesario “revolver” el producto. Mientras menos manipulación, mejor.
- **Homogeneización posterior:** una vez seco, el producto se homogeniza de 15 a 30 días en cajas de unos 5 kg secos.
- **Envasado final:** en cantidades de 200 a 300 gramos en bolsas de polipropileno. No sirve el polietileno pues este es muy permeable al vapor de agua. No conviene almacenar en cantidades superiores a 300 gramos, porque el producto seco no es inactivo. Cuando existen grandes cantidades, se produce exceso de humedad en la zona central, por la lenta oxidación natural del producto y aparecen hongos.
- **Fabricación de otros productos:** lo ideal es utilizar el producto seco en algo elaborado, que mejore el valor agregado de lo que se trabaja. Por ejemplo pasteles, galletas, barras energéticas y otros.

Nuestro enfoque es trabajar, para promover la microempresa y que las personas obtengan un producto de calidad, que puedan distinguir como algo especial.

La deshidratación solar permite obtener un producto de mayor calidad, que el deshidratado sea convencional térmico. Mejor color y mejor retención de aromas y sabores. Esa ventaja se debe aprovechar.

### **1.5.- LA DESHIDRATACIÓN SOLAR DESDE NIVEL ARTESANAL HASTA NIVEL INDUSTRIAL:**

La manera de enfocar el problema es muy diferente si uno busca un diseño adecuado para el autoconsumo, con una capacidad de carga de 5 a 10 kg de producto fresco, el microempresario artesanal con 3 deshidratadores de 60 kg de capacidad cada uno, tiene suficiente para preparar varios cientos de kilogramos de producto seco en la temporada de secado. En el nivel industrial se necesitan centenares a miles de kilogramos de capacidad de carga y toda una cadena productiva. Así, como la capacitación de las personas es esencial y el desarrollo de mercados.

La deshidratación solar tecnificada, proporciona nuevos productos que compitan con ventaja frente a las golosinas industriales, que son dañinas para la salud.

En conclusión, la deshidratación solar es una excelente opción para secar pequeños excedentes de frutas y verduras. También conviene utilizarlo



en el caso de secar hierbas aromáticas o pequeñas cantidades de productos delicados, como las flores. Si se requieren productos mayores de varios centenares de kilos frescos al mes, es recomendable cadenas de deshidratación con sistemas indirectos con tecnología actualizada.

No se debe olvidar, que el deshidratador solar es solo *un* eslabón en todo un proceso, que va desde la selección de productos hasta la etapa final de venta. De lo contrario, la visión completa del ciclo productivo, se comenten errores.

Actualmente, no existe *una* tecnología óptima. La solución tecnológica que se adopte depende del tipo de producto a deshidratar, condiciones ambientales y los volúmenes a procesar en la temporada de utilización. Así también, se debe considerar que estas propuestas son útiles a toda persona, que desee emprender experiencias en la deshidratación solar.