

# GUIA DE USO

de secaderos solares  
para frutas, legumbres,  
hortalizas, plantas  
medicinales y carnes



**Fundación Celestina Pérez de Almacá**  
Una estrategia de largo alcance para el desarrollo del Medio Ambiente  
EDUCACIÓN ALTERNATIVA • SERVICIO SOCIAL • OBRAS DE MAESTROS

**WOMEN AMBIA INICIA PARA EL MEDIO AMBIENTE  
Y LA SOCIEDAD**  
Módulo de Uso de Productos Solares



# PRÓLOGO

Es con alegría que acompañamos estas **Guías de Uso de Cocinas, Hornos y Secaderos Solares**. Hace seis años que venimos trabajando en diferentes proyectos con la Fundación y conocemos su búsqueda de alternativas de lucha contra la pobreza y protección del Medio Ambiente. Recuerdo en detalle una intervención educativa que planeamos junto a Educación UNESCO Montevideo a modo de proyecto piloto en tres escuelas públicas, para enseñarnos a pensar y actuar en la defensa y recuperación del medio ambiente desde nuestro mandato de **Educación para Todos**. Sin lugar a duda, dicha intervención marcó en cada uno de los que llevamos adelante el Proyecto, enseñanzas que venimos aplicando y haciendo crecer en otros contextos de Paraguay y de la subregión. En definitiva, los perfiles educativos explorados con creatividad reflexiva en situaciones de la vida cotidiana, son los que nos habilitan la búsqueda de soluciones o de mejores posibilidades para luchar contra la pobreza en nuestros pueblos.

Estamos convencidos que estas Guías y los Talleres que habiliten su uso y apropiación por parte de los y las ciudadanas paraguayas, serán otro eslabón más en ese camino de educación flexible y posible para todos a lo largo de la vida.

Vaya nuestra felicitación a la Fundación y su Equipo, por el esfuerzo concertado en este insumo y esperamos que en próximas ediciones de estas Guías se pueda incluir los testimonios de aquellos que han sido beneficiarios del esfuerzo así como sus consejos, críticas y enseñanzas.

**Dra. María Paz Echeverriarza**

**Educación MERCOSUR**

**UNESCO Montevideo**



# INDICE

<b>Introducción</b> .....	5
¿Por qué secar los alimentos? .....	7
Un método tradicional: Secado al aire libre .....	8
La innovación tecnológica: Secar con secadores solares .....	9
¿Cuáles son las técnicas para un secado correcto? .....	11
¿Qué tipos de secaderos solares existen? .....	12
¿Cuáles son los pasos principales para secar alimentos? .....	15
¿Cómo asegurar la calidad del secado? .....	18
¿Cómo se carga el secadero solar? .....	23
¿De qué depende el tiempo de secado? .....	24
¿Cómo se evalúa el fin del secado? .....	24
¿Cómo se envasan y almacenan los productos secos? .....	28
¿Cómo se utilizan los productos secos? .....	29
<b>Guía básica de secado</b> .....	33
<b>Bibliografía</b> .....	41

© **Fundación Celestina Pérez de Almada**

Avda. Carlos A. López 2273. Asunción

Tel.: (595 21) 425 345

Email: fundacion@rieder.net.py

**Material elaborado por:**

Martín Almada

María Stella Cáceres

Marta Machaín-Singer

Jean Claude Pulfer

**Ilustraciones:**

Carlos Alberto Rodas

**Diseño Gráfico e impresión:**

Comunicación Visual

Asunción, Paraguay

Año 2005

UY/2005/ED/PI/2



## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos y hasta nuestros días, el secado de plantas medicinales, granos y carnes ha sido una práctica habitual de conservación en el campo para asegurar la disponibilidad de los productos alimenticios y medicinales durante todo el año. Hoy en día el secado de vegetales y carne no tiene solamente una función de auto-abastecimiento como antes, sino que ofrecen una alternativa productiva y comercial para el mercado nacional e internacional. Los habitantes de los países industrializados quieren consumir cada vez más productos naturales y sanos, entre los cuales se encuentran también frutas secas, charque ecológico y plantas medicinales y aromáticas y el Paraguay tiene un gran potencial aún no explotado para satisfacer esta demanda creciente. Por un lado, existen para muchos productos perecederos excedentes temporarios en épocas de cosecha, que generan millonarias pérdidas para los productores y por otro lado, nuestro país dispone de una oferta abundante de radiación solar para ser aprovechada a fines energéticos, entre otros para la deshidratación de estos excedentes.

La Fundación "Celestina Pérez de Almada", inició en 1994 las relaciones de cooperación técnica con el Grupo ULOG de Suiza en materia del aprovechamiento de la energía solar para la lucha contra la pobreza y la protección del Medio Ambiente. La primera actividad fue la misión de asistencia técnica del Ing. Jean-Claude Pulfer, con un Seminario - Taller de construcción y uso de secaderos solares. Posteriormente, se llevaron a cabo varias actividades de investigación para validar la tecnología traída de Suiza y desarrollar las técnicas de seca-

do para diferentes productos típicos del Paraguay. Dichas investigaciones fueron llevadas a cabo, tanto por la Fundación como por la empresa CEDESOL Ingeniería, que además desarrolló varios modelos de secaderos solares de diferentes tamaños y diseños, que permiten procesar cantidades semi-industriales para productores primarios interesados en la comercialización de productos deshidratados.

Este Manual es fruto de la experiencia adquirida durante todos estos años y los invitamos a compartir con nosotros este mundo maravilloso del aprovechamiento de la energía solar para la conservación de alimentos.

***Fundación “Celestina Pérez de Almada”***

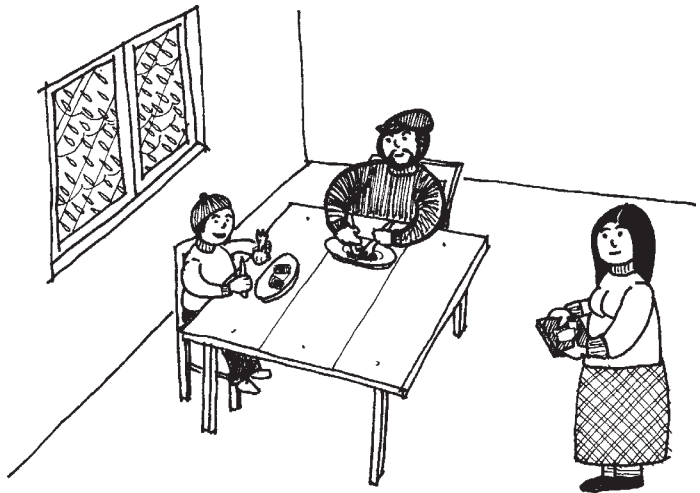




## ¿POR QUE SECAR LOS ALIMENTOS?

**Hay varias razones por las cuales es importante secar los alimentos:**

- **Conservar los alimentos durante muchos meses** y consumirlos conservados en períodos de escasez o fuera de temporada.
- **Asegurar la calidad de la alimentación** de la familia durante todo el año.
- **Aprovechar la energía gratis y limpia del sol** y la gran cantidad de frutas que todos los años se producen, como mangos, piñas, aguacates y entre otras sólo durante muchos meses.
- **Generar trabajo.** Las frutas y otros alimentos, se pueden secar, guardar adecuadamente y preparar para la venta, de esta manera se puede abrir una nueva fuente de trabajo. La elaboración de frutas secas para consumo directo o en galletitas o en panes es ahora, muy valorado por el azúcar y las vitaminas que poseen.

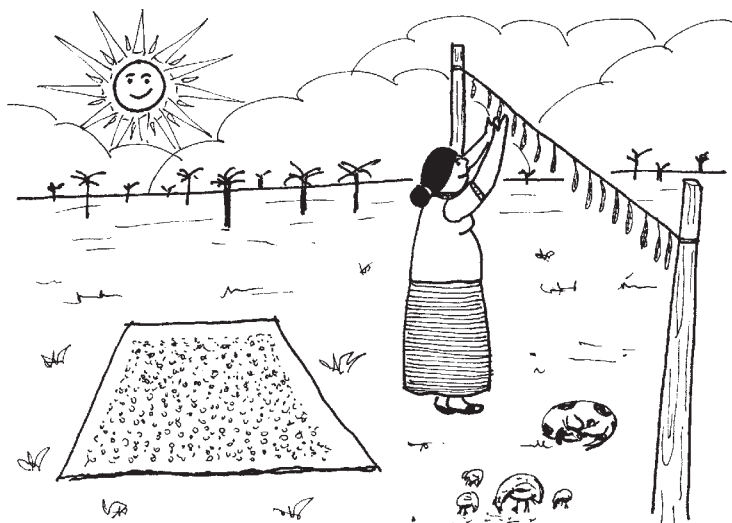


El Paraguay posee una de las variedades de bananas más deliciosa del mundo. Se puede hacer uso de este beneficio y sumar valor, secándola. La calidad del alimento, es muy alta y beneficiosa. El aspecto se puede mejorar espolvoreando azúcar impalpable o canela. Las bananas secas tienen un color oscuro, pero su sabor sigue siendo delicioso.



## **UN MÉTODO TRADICIONAL: SECADO AL AIRE LIBRE**

En el Paraguay tradicionalmente se secan algunos alimentos, tales como: carne vacuna, granos de maíz, maní y poroto, almidón de mandioca, plantas medicinales, etc., sin ningún equipamiento especial. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el Sol o en la sombra -según el producto- aprovechando el calor ambiental.





*Este método natural tiene los siguientes **inconvenientes**:*

- El proceso es lento debido a la elevada humedad en el ambiente.
- Muchas veces, los alimentos se secan mal, sobre todo los que contienen un alto porcentaje de agua, y se pudren o se enmohecen.
- Los productos están expuestos al polvo, a insectos y otros animales que pueden deteriorar los alimentos y causar enfermedades al consumirlos.
- En el caso del secado al Sol, se necesita una atención particular para proteger los alimentos de la intemperie (aguaceros, rocío).
- La exposición directa de los alimentos a los rayos solares puede ser perjudicial en cuanto a su calidad (pérdida del color natural, destrucción de vitaminas y valor nutritivo), debido a la acción de los rayos ultravioletas.

Otro proceso tradicional de secado en nuestro país es el de la yerba mate, para el cual se utiliza un “barbacuá”, o que se calienta con un fuego de leña.



## **LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: SECAR CON SECADORES SOLARES**

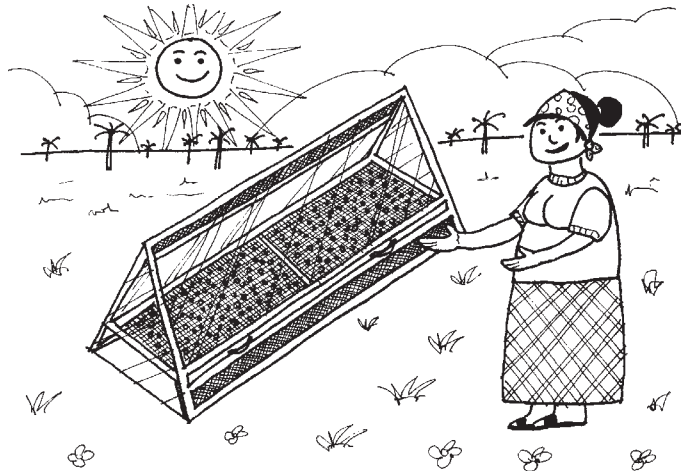
La energía del Sol, se puede utilizar correctamente para beneficio de la salud y para la economía familiar. Para ello, se han creado métodos o procedimientos que aseguran un buen proceso a través de aparatos especialmente diseñados.

En el secadero solar los rayos luminosos del Sol son transformados en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar, que tiene los siguientes elementos:

- Una superficie metálica oscura, preferiblemente de color negro, generalmente orientada hacía la dirección del Sol, que recibe y absorbe los rayos luminosos. El calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie.
- Una cobertura transparente (vidrio o plástico), que deja pasar la radiación luminosa y que evita el escape del aire caliente

Para un mayor rendimiento, algunos modelos de secaderos solares de gran capacidad disponen de un sistema de calefacción combinado. Se usa un combustible o energía eléctrica como fuente de energía auxiliar para los periodos con deficiencia de radiación solar, para los días nublados y para seguir trabajando en horas de la noche.

El proceso del secado se produce por la acción de aire cálido y seco, que pasa por los productos a secar, ubicados generalmente en bandejas en el interior del secadero. De esta forma la humedad contenida en los alimentos se evapora a la superficie de los mismos y pasa en forma de vapor al aire, que los rodea.





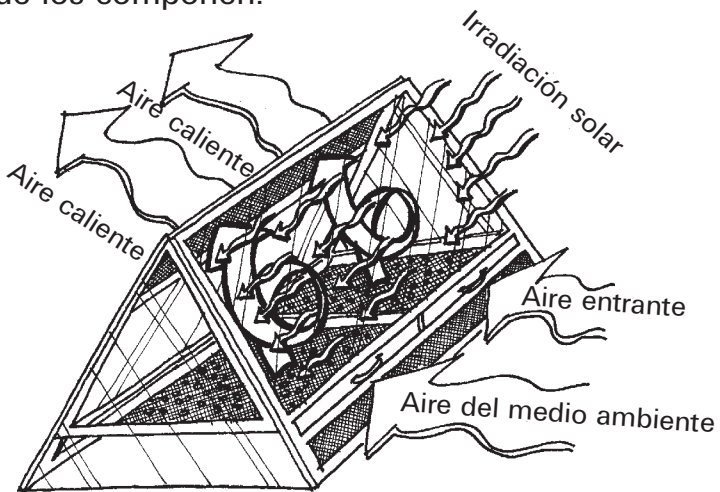
## ¿CUÁLES SON LAS TÉCNICAS PARA UN SECADO CORRECTO?

Los **factores claves** para un buen secado son entonces:

1. Aire caliente a una temperatura de 40 a 70°C
2. Aire con un bajo contenido de humedad
3. Movimiento constante del aire

Al calentar aire, que está a la temperatura del ambiente y con un cierto porcentaje de humedad, aumenta su capacidad de absorber vapor de agua. Por cada 20°C de aumento de la temperatura del aire su capacidad de retener vapor de agua se triplica y por consecuencia su humedad relativa se reduce a un tercio.

Para eliminar la humedad de los alimentos, es necesario que el aire que pasa por los productos esté en constante movimiento y renovación. Esta ventilación se puede lograr en forma natural gracias al efecto chimenea o en forma forzada mediante ventiladores, dependiendo del modelo del secadero. Para obtener un buen secado, los productos tienen que ser colocados de tal forma que haya suficiente espacio entre las partes que los componen.



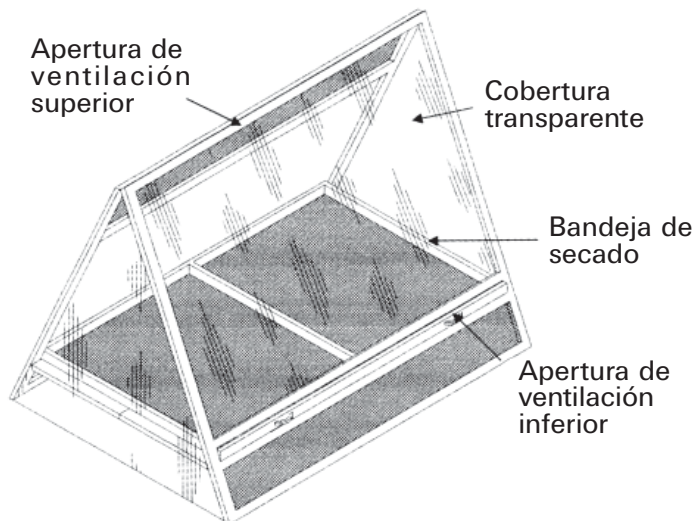


## ¿QUE TIPOS DE SECADEROS SOLARES EXISTEN?

### 1. Tipo "carpa":

Es un modelo sencillo, compacto, liviano, plegable y transportable para secar cualquier tipo de alimento en pequeñas cantidades. Está hecho de una estructura metálica (que puede ser también de madera) de la forma de una carpa triangular, cubierta en gran parte por una lámina de plástico transparente, resistente a los rayos ultravioletas (polietileno larga duración) y puede tener diferentes tamaños.

Las aberturas de ventilación están ubicadas abajo, por uno de los lados longitudinales y arriba por el otro, los dos cubiertos de malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos. A 20 cm del suelo aproximadamente se encuentra la bandeja de secado removible, consistiendo en un tejido por ejemplo de hilo de nylon. Sobre éste se coloca una gasa o una malla fina sobre la cual se colocarán los productos a secar.

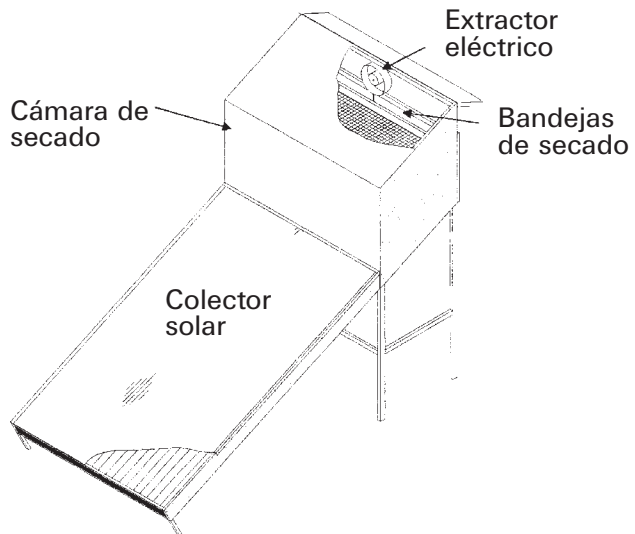


## 2.Tipo “armario”

Es un modelo más complejo para secar todo tipo de alimentos, especialmente aquellos que necesitan mantener un buen color y proteger sus propiedades naturales.

Consiste en una cámara de secado y un colector solar inclinado, unidos entre sí en la parte inferior de la cámara. En ésta se encuentran superpuestas varias bandejas de secado removibles con tejido. Las bandejas están protegidas por una puerta colocada en la pared trasera de la cámara.

El colector está cubierto con vidrio y tiene en su interior una chapa de color negro doblada en zigzag, para aumentar su superficie de intercambio de calor con el aire. El aire ambiental entra por la extremidad inferior del colector, que está cubierta por una malla mosquitero, y se calienta gradualmente hasta una temperatura de 25 a 30°C superior a la temperatura ambiental. Entra finalmente en la cámara, donde atraviesa las bandejas ejerciendo su poder secador. Un extractor eléctrico de aire en la parte superior de la cámara garantiza la buena ventilación del aparato.

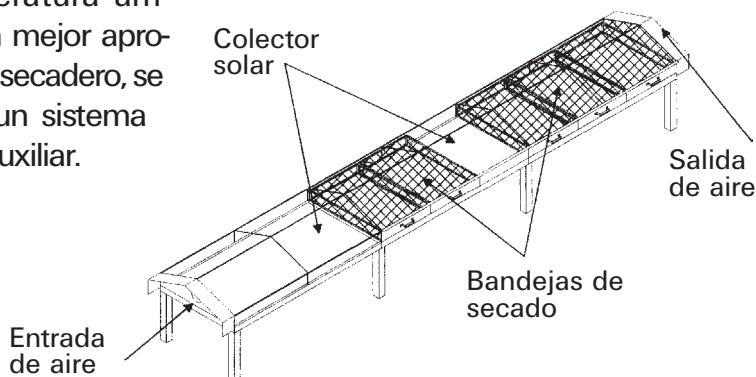


### 3. Tipo “túnel”

Este modelo sirve para pequeños emprendimientos industriales. Consiste en un túnel horizontal elevado con una base rígida de hierro y una cobertura transparente de lámina de polietileno de larga duración, igual que el tipo carpa. El túnel está dividido en sectores alternantes de colector y secador. Los primeros tienen la función de calentar el aire, que luego en los últimos es utilizado para el secado de los productos en las bandejas.

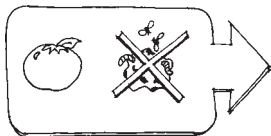
El aire circula en forma horizontal a través de todo el túnel, ingresa por un extremo y sale por el otro, generalmente con la ayuda de un ventilador eléctrico. En sitios sin energía eléctrica está apoyado por una chimenea ubicada en la salida del secadero. El aparato es una construcción modular plana con marco rígido, compuesta de dos chapas, con una capa de aislante térmico. Esta estructura se coloca sobre caballetes.

Las bandejas de secado son removibles y se pueden estirar lateralmente como los cajones de una cómoda. Por la altura relativamente grande de las bandejas es posible secar también productos que ocupan mucho volumen, tales como hierbas o flores. La entrada y la salida del aire están protegidas con una malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos. El secadero se calienta a una temperatura de 20 a 25°C superior a la temperatura ambiental. Para un mejor aprovechamiento del secadero, se puede agregar un sistema de calefacción auxiliar.





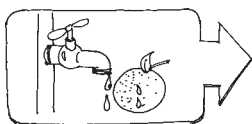
## ¿CUALES SON LOS PASOS PRINCIPALES PARA SECAR ALIMENTOS?



### SELECCIONAR (1ª VEZ)

1

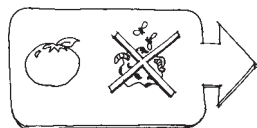
Separar los productos en buen estado y descartar los productos en mal estado, muy maduros o con manchas.



### LAVAR (1ª VEZ)

2

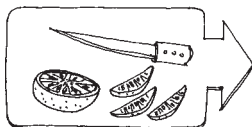
Con agua limpia para limpiar la suciedad de la superficie de los productos a secar.



### SELECCIONAR (2ª VEZ)

3

Cortar con un buen cuchillo todas las partes inservibles del producto: cáscara, restos de raíz, tallo, semillas y las partes descompuestas, lastimadas o inmaduras, etc.



### 4. CORTAR

4

Según el producto y la presentación deseada, cortar en forma de cubos, trozos, rodajas o tiras. En todos los casos el espesor de los pedazos no debe pasar los 0,5 a 1 cm de grueso, para favorecer un secado adecuado.

**5**

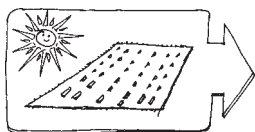
### LAVAR (2ª VEZ)

Por segunda vez con abundante agua para eliminar cualquier suciedad. Casaca que pueda haber.

**6**

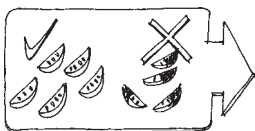
### PRETRATAR

Según el tipo de producto se aplicarán diferentes tipos de pretratamientos tales como blanqueado, baño en jugo de limón, salado, baño en solución de metabisulfito de sodio o potasio, etc.

**7**

### SECAR

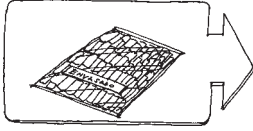
Colocar los productos preparados sobre los tamices de secado en capas delgadas y regulares. Es preferible poner los productos a secar bien temprano a la mañana, para extraer la mayor cantidad de agua durante el primer día. Durante el secado se debe controlar regularmente los productos. Al finalizar el secado, retirar los productos del secadero.

**8**

### SELECCIONAR (2ª VEZ)

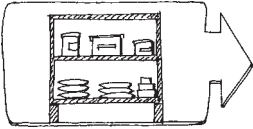
Antes de envasarlos separar aquellas partes mal secadas o quemadas.





## ENVASAR

Después del secado los productos tienen que ser envasados rápidamente, para que no vuelvan a humedecerse por la humedad del ambiente. Para el efecto se pueden utilizar recipientes de plástico, cajas o latas herméticas de metal o bolsas de polipropileno (no polietileno), que se tienen que sellar con vela o una máquina selladora. Etiquetar cada recipiente con los siguientes datos: contenido, peso, fecha de envasado. Es muy importante dejar unos paquetes o frascos en cantidad de “testigos” para conocer su duración y en los próximos secados, coloca este dato como una importante información nutricional que los consumidores apreciarán mucho.



## 10. ALMACENAR

Para la buena conservación de los productos secos, debe almacenarlos en buenas condiciones:

- Guardar los productos en un lugar seco, aireado, si es posible fresco y protegido de la luz.
- Este lugar debe ser limpio y protegido de insectos y ratones.
- Cada cierto tiempo, hay que controlar el estado de los productos.
- No depositar los productos almacenados en el suelo ni contra las paredes para evitar el riesgo de absorber humedad.
- Si los productos secos son de buena calidad y están en buenas condiciones de almacenado pueden conservarse durante muchos meses.



## ¿COMO ASEGURAR LA CALIDAD DEL SECADO?

¡Se logra con un tratamiento previo que consiste en un proceso físico y/o químico anterior al secado, que tiene como fin de evitar o reducir el deterioro del producto durante y después el secado o mejorar su calidad de alguna forma. Existen los siguientes tipos de tratamientos previos:

**a) Blanqueado**

**b) Sulfitado**

**c) Tratamiento con ácidos orgánicos**

**d) Uso de bicarbonato de sodio**

**e) Agrietado**

**f) Salado**

**g) Almibarado**

A continuación, describimos cada uno de ellos:

**a) Blanqueado**

Consiste en sumergir el producto en agua a temperaturas de 95°C por un tiempo variable, que dependen de la especie, del estado de madurez y el tamaño del producto. Tiene los siguientes objetivos:

- Inactivación de las enzimas
- Ablandamiento del producto
- Eliminación parcial del contenido de agua en los tejidos
- Fijación y acentuación del color natural
- Desarrollo del sabor y olor característico
- Reducción parcial de los microorganismos presentes



La inactivación de las enzimas mejora la calidad del producto, reduciendo los cambios indeseables de color, sabor y olor. Además favorece la retención de algunas vitaminas, como la vitamina C. El blanqueado es utilizado frecuentemente para la inactivación de los sistemas enzimáticos inhibiendo las reacciones de oscurecimiento o paredeamiento. Estas reacciones son muy comunes en frutas y vegetales, dando como producto final pigmentos oscuros llamados melaninas.

El blanqueado tiene que realizarse de tal forma que los productos se calienten a una temperatura de 90 a 95°C hasta su centro o corazón. Una vez terminado el blanqueado los alimentos se deben enfriar rápidamente, sumergiéndolos en agua fría para evitar que continúe la cocción.

Para este proceso se utilizan preferiblemente cacerolas grandes y una estufa o cocina con fuego potente. Para obtener un blanqueado homogéneo, se recomienda envolver los productos en un paño permeable al agua, zambullir este paquete en el agua hirviendo y aumentar el fuego al máximo, pues al poner los productos fríos en el agua, ésta deja enseguida de hervir. Esperar el tiempo necesario hasta obtener el resultado requerido. El enfriamiento se realizará preferiblemente en otra cacerola grande o una pileta con agua bien fría, en la cual se sumerge el paquete rápidamente. Una vez sucia después de varios baños de blanqueado y de enfriamiento, cambiar el agua.

## **b) Sulfitado**

La adición de sulfitos inhibe las reacciones de oscurecimiento de los productos a deshidratar, actuando sobre los azúcares. La forma más común de realizar el sulfitado es la inmersión del producto en una solución acuosa de metabisulfito de sodio o potasio a razón de 5 a 10 g de dicho producto por litro durante 5 a 10 minutos a temperatura ambiente. Para este tratamiento hay que

usar recipientes no sensibles a la corrosión, tales como acero inoxidable, vidrio, entre otros.

Como el azufre en concentraciones elevadas es tóxico, hay que cuidar bien la dosis. Las normas de la Organización Mundial para la Salud (OMS) fijan la concentración máxima de azufre en un producto deshidratado a 0.05%

### **c) Tratamiento con ácidos orgánicos**

Tanto el ácido cítrico o el jugo de limón natural, como el ácido ascórbico o vitamina C tienen un efecto de conservación del color natural de ciertas frutas que fácilmente sufren del oscurecimiento enzimático. En frutas puede ser aplicado en vez del sulfitado, a pesar que no tiene la misma eficiencia. Además, por su acidez cambia ligeramente el sabor del producto. Generalmente se prepara una solución con el jugo de 1 limón mediano por litro de agua sumergiendo el producto durante unos minutos.

### **d) Bicarbonato de sodio**

El bicarbonato de sodio estabiliza la clorofila (pigmento verde de las plantas) haciéndose más resistentes a la acción directa de los rayos solares cuando los productos son sometidos al secadero solar directo, conservando de ésta manera su color verde original.

También produce un ablandamiento de las capas exteriores del producto, facilitando la salida del agua durante el secado y eventualmente evitando el endurecimiento de la capa exterior. Generalmente se aplica este pretratamiento para hortalí-

zas y leguminosas de color verde disolviendo 30 g de bicarbonato de sodio más 3 g de sal común por cada litro de agua. El contenido de bicarbonato de sodio en el agua deberá alcanzar un pH de 9, lo que se puede controlar con papel indicador de pH.

### **e) Agrietado**

Este pretratamiento se utiliza principalmente con frutas que no se pelan antes de secarlas, como ciruelas, uvas e higos, para conseguir un agrietado de la cáscara, facilitando de ésta manera el secado.

El agrietado consiste en la inmersión de la fruta en una solución caliente (80°C) de hidróxido de sodio a razón de 10 g por cada litro de agua por el lapso de 5 a 10 s, posteriormente lavar con agua potable y neutralizar durante 30 s con ácido cítrico a título de 2 g por litro de agua antes de llevar al secadero.

### **f) Salado y almibarado**

En el caso del salado nos referimos a la adición de cloruro de sodio (sal común) que dependiendo del producto a deshidratar, puede acentuar su sabor original. En el almibarado, es la adición de sacarosa (azúcar común).

La acción común del salado y almibarado es la disminución de la actividad de agua que inhibe el desarrollo microbiano o por lo menos lo retarda. Este procedimiento facilita la primera fase del secado.



## Tabla comparativa de los métodos de tratamientos previos:

Pretratamiento	Desarrollo microbiol	Oxidación de lípidos	Reacción de Maillard	Ennegrecimiento enzimático	Otros efectos	Aplicable para
Ahumado	— BML	—	O	O	cambia el sabor	carne
Baño en salmuera	— BML	+	O	-	deshidratación parcial	carne, hortalizas
Blanqueado	— BML	O	O	O	acelera la deshidratación	hortalizas, menos cebolla y ajo
Sulfitado	— BM	—	—	-	acelera la deshidratación, conserva mejor vitaminas A y C, permite humedad final más elevada	hortalizas, frutas
Ácido cítrico	-	-	+	—	disminuye pH	frutas, carne roja, hortalizas
Ácido ascórbico	— ML	-	+	—	disminuye pH	frutas
Baño en almíbar	— BML	O	+++	O	deshidratación parcial	frutas

### Referencias

B = bacteria  
M = moho  
L = levadura  
O no influye

- limita poco  
— limita  
— limita fuertemente

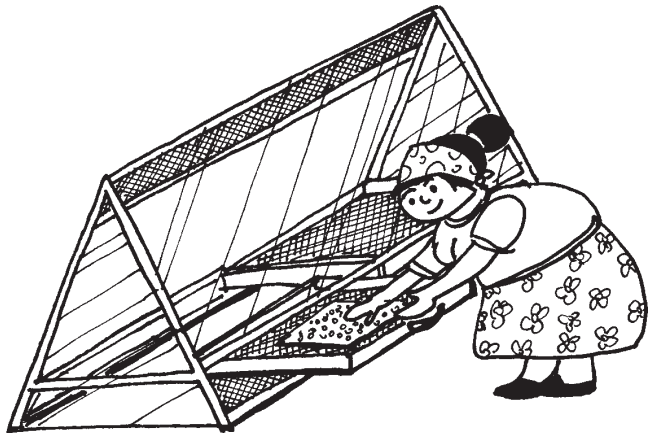
+ favorece poco  
++ favorece  
+++ favorece fuertemente



## ¿COMO SE CARGA EL SECADERO SOLAR?

Una vez concluido el proceso de preparación y pretratamiento de los productos, se tiene que llevar inmediatamente al secadero. Si las bandejas son de una malla gruesa, se debe colocar sobre ellas una gasa o un tejido fino incoloro, que servirá de base para los productos. Dicho tejido tiene que ser resistente al calor, la luz solar, los ácidos de las frutas, no pegarse mucho a los productos en vía de secado y ser fácil de lavar, tales como: malla de acero inoxidable, malla media sombra de alto grado de sombreado (60 a 80%) y de hilo fino o gasa de algodón.

Según el tipo de secadero se pueden llenar bien las bandejas con el producto (secadero solar tipo túnel, frutas: 15 kg/m<sup>2</sup>) o se tiene que dejar un cierto porcentaje de espacio libre entre los trozos para que el aire pueda circular libremente a través de las bandejas (secadero solar tipo carpa y armario, frutas: 10 a 12 kg/m<sup>2</sup>). Para aprovechar al máximo de los rayos solares, es recomendable cargar el secadero apenas salga el sol.





## ¿DE QUE DEPENDE EL TIEMPO DE SECADO?

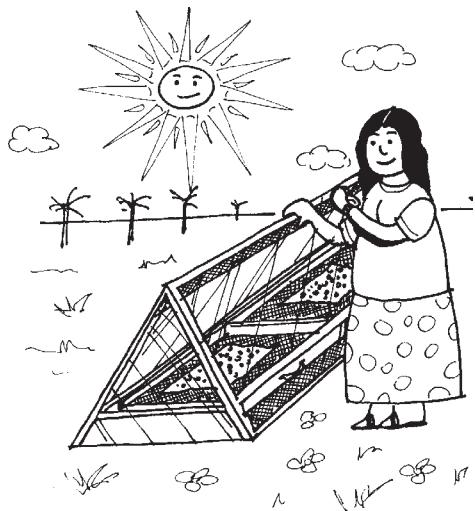
El tiempo de secado depende de varios factores. Los más importantes son:

- **Tipo de producto** (mayor contenido de agua, mayor tiempo)
- **Tamaño de los trozos del producto** (más grande, mayor tiempo)
- **Temperatura del aire** (más elevada, menor tiempo)
- **Humedad relativa del aire** (más elevada, mayor tiempo)
- **Velocidad del aire** (más elevada, menor tiempo)



## ¿COMO SE EVALUA EL FIN DEL SECADO?

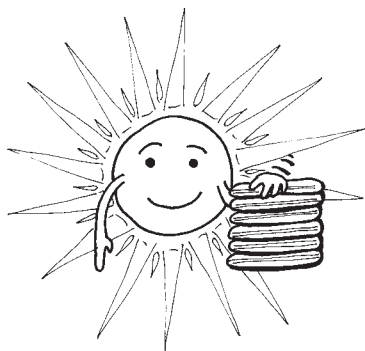
El criterio más importante para definir el fin del secado es el contenido residual de humedad, que no tiene que superar los valores indicados en la tabla que se indica mas abajo. Podemos determinar el momento justo para finalizar el secado a través de la evolución del peso de una muestra de producto que se está secando. Para el efecto se requiere una balanza de precisión y realizar los cálculos utilizando las fórmulas de abajo.





## Procedimiento para evaluar el correcto secado de los productos:

1. Determinar la humedad fresca del producto utilizando el valor de la tabla o mejor secando una muestra del producto en un horno eléctrico a temperatura constante (50 a 70°C), midiendo el peso de la muestra cada 30 min., hasta que no se observe más ninguna reducción de peso. En este momento se puede considerar, que el producto perdió la totalidad de su agua y queda solamente la materia seca (Pms).
2. Calcular la Hf usando la fórmula (1).
3. Calcular con la fórmula (2) el rendimiento R, que va ser un valor constante para cada tipo de producto.
4. Se elige una muestra del producto fresco que se va secar y se la pesa (Pf). Anotar el valor en una tabla.
5. Calcular con la fórmula (3) el Ps que corresponde a la Hs recomendable.
6. En el transcurso del secado (por ejemplo cada 2 horas) pesar la misma muestra y anotar los valores correspondientes en mencionada tabla. Continuar el secado hasta que el Ps medido corresponde al Ps calculado.
7. Para hierbas medicinales y aromáticas que contienen poca agua el punto de fin de secado se determina sencillamente por la textura del producto. Cuando se trata de hojas, el secado ha terminado, cuando las hojas se separan del tallo y se quiebran con facilidad.



$$(1) H_f = (P_f - P_{ms}) / P_f * 100\%$$

$$(2) R = (100\% - H_f) / (100\% - H_s) = P_s / P_f$$

$$(3) P_s = R * P_f$$

### Significan

**P<sub>s</sub>** = peso seco

**H<sub>f</sub>** = humedad fresca en %

**P<sub>f</sub>** = peso fresco

**H<sub>s</sub>** = humedad seca en %

**P<sub>ms</sub>** = peso materia seca

**R** = rendimiento

**Por ejemplo:** Supongamos que estamos secando tomates, cuyo  $H_f$  es de 95%. La  $H_s$  recomendable es de 8%. El rendimiento  $R$  sería entonces de 0.054. Nuestra muestra en estado fresco ( $P_f$ ) pesa 450 g. El peso seco necesario  $P_s$  sería entonces de  $0.054 * 450 \text{ g} = 24.5 \text{ g}$ .



## Contenido de humedad de algunos productos y temperatura máxima tolerable

Producto:	fresco(%)	seco(%)	°C
<b>Granos:</b>			
arroz	24	14	50
maíz	35	15	60
poroto	70	5	n/d
maní	40	9	n/d
café	50	11	n/d
<b>Tubérculos:</b>			
papa	75	13	55
mandioca	62	13	n/d
batata	80	13	70
<b>Hortalizas:</b>			
arveja	80	5	60
cebolla	80	4	55
hortalizas en hoja	80	10	50
tomate	95	8	65
repollo	94	4	55
zanahoria	70	5	60
locote y ají	86	5	60
ajo	80	8 a 10	55
<b>Frutas:</b>			
durazno	85	18	n/d
manzana	84	14	50
banana	80	15	70
guayaba	80	7	n/d
uva	80	15 a 20	55
mango	85	12 a 15	65
mamón	85	2 a 15	65
pescado (sin salado)	80	15	40
pescado (con salado)	80	35 a 45	40



## ¿CÓMO SE ENVASAN Y ALMACENAN LOS PRODUCTOS SECOS?

Una vez terminado el secado y tras una eventual transformación adicional, los alimentos secos tienen que ser envasados inmediatamente. El envase tiene que ser hermético para evitar la rehidratación del producto seco por la humedad ambiental y se elige de acuerdo a las necesidades de comercialización, de almacenamiento o del consumo propio. Un material muy recomendable para el envasado de pequeñas cantidades hasta aproximadamente 1 kg son bolsas de polipropileno transparente, cuya abertura se puede soldar con el calor de una vela o máquina selladora. Para el envasado a granel se recomiendan tambores de plástico con tapa hermética.

*Es muy importante etiquetar adecuadamente el producto envasado.*

### **La etiqueta tiene que contener las informaciones siguientes:**

- nombre del producto
- nombre del productor con la dirección completa y número de teléfono
- contenido, incluyendo eventuales aditivos
- cantidad
- fecha de envasado y/o de vencimiento
- otros: modo de uso, datos nutricionales, código de barra, números de registro RSPA y REN, precio

En la actualidad, los consumidores y las consumidoras, necesitan conocer el valor nutricional de los productos para asegurar que está permitido o aconsejado en su dieta. Por ello,

es recomendable colocar otra etiqueta con la información correspondiente.

Tan importante como el envasado es el **almacenamiento**, por lo que debemos:

- Guardar los productos en un lugar seco, aireado, si es posible fresco y protegido de la luz. Este lugar debe ser limpio y protegido de insectos y ratones.
- Cada cierto tiempo, hay que controlar el estado de los productos.
- No depositar los productos almacenados en el suelo ni contra las paredes para evitar el riesgo de absorber humedad.
- Si los productos secos son de buena calidad y están en buenas condiciones de almacenado pueden conservarse durante muchos meses.

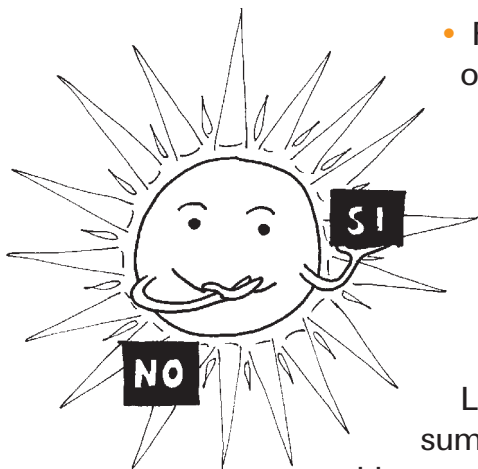


## ¿COMO SE UTILIZAN LOS PRODUCTOS SECOS?

### a) Frutas

- Comer directamente como meriendas o suplementos de dietas
- Agregar en la preparación de panes dulces en vez de frutas abrillantadas que contienen aditivos químicos





- Rehidratarlos con agua, leche o yogur y comerlos como ensalada de fruta o compota
  - Mezclar con cereales para la preparación de granola
  - La banana seca, se puede comer sola como un valioso alimento a cualquier hora.

Las frutas secas pueden ser consumidas directamente como “apetitivo o golosinas”. Es posible también rehidratarlas en agua fría durante 30 minutos.

## **b) Hortalizas**

- Utilizar en la preparación de caldos de verduras, agregándolos directamente en el agua de cocción.
- Utilizar en la preparación de guisos o salsas rehidratándolas en agua previamente
- Triturar o molerlas y utilizar como condimento en salsas o ensaladas, etc.

## **c) Plantas medicinales y aromáticas**

- Se utilizan como remedio y/o condimento en la forma habitual o en preparaciones farmacológicas.

## d) Carnes

- Comer directamente como “charque”, en meriendas, suplementos de dietas, o con las comidas.
- Utilizar en la preparación de caldos agregándolos directamente en el agua
- Utilizar en la preparación de guisos o salsas rehidratándolas en agua previamente

*De manera general, los productos secos pueden reemplazar a todos los productos frescos en sus recetas de cocina diaria.*

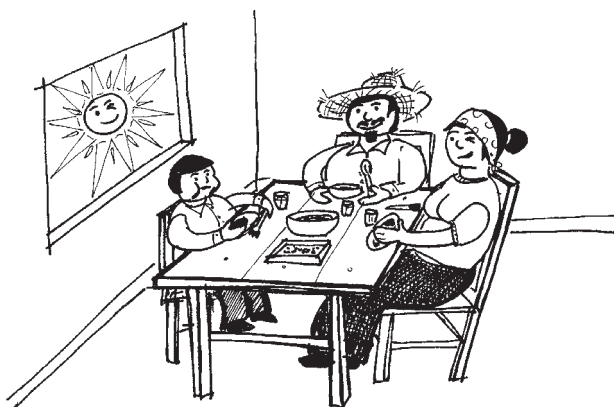
Para utilizar los productos secos, debe remojarlos en una pequeña cantidad de agua para rehidratarlos. El tiempo de remojo es variable según el producto seco y según se use agua tibia o caliente.

- cebolla, tomate, repollo: 10 a 15 minutos.
- zanahoria, chaucha, berenjena, mandioca, papa, batata. 30 minutos.

Para determinar las cantidades a utilizar:

Peso producto seco	Producto	Equivalencia Peso producto fresco
100 grs.	Cebolla, repollo, zanahorias, berenjena, mango, banana, mamón	1kg.
50 a 75 grs.	Tomate seco	1kg.
125 grs.	Chauca	1kg.
150 a 250 grs.	Papa, mandioca, batata	1kg.
	Carnes	

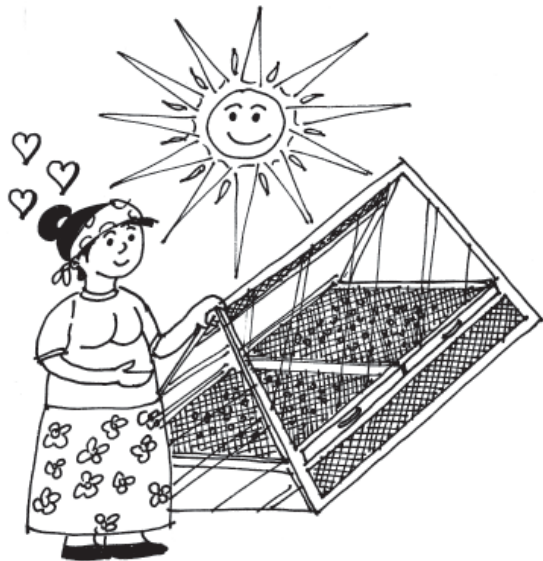
*Se pueden realizar las recetas culinarias únicamente con productos secos o en combinación con productos frescos*







# **GUÍA BÁSICA DE SECADO SOLAR**



# PLANTAS MEDICINALES Y AROMATICAS



## Productos necesarios

- Plantas medicinales y aromáticas



## Técnica

- Limpiar restos de tierra.
- Eliminar partes descompuestas e inservibles.
- Colocar en el secadero



## Duración del secado con buen sol

- 1 a 3 días, según si son hojas, tallos o raíces



## Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde 100 a 150 g de producto seco, según tipo de planta.

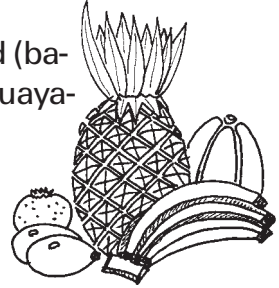


# FRUTAS



## Productos necesarios

- Frutas maduras de buena calidad (banana, piña, mango, mamón, guayaba, etc.)
- Agua
- Metabisulfito: 3 gramos/litro de agua o jugo de 1 a 2 limón/litro de agua



## Técnica

- Lavar las frutas seleccionadas
- Pelar y quitar las partes inservibles (semillas, partes descompuestas, etc.).
- Cortar según el tipo de fruta en mitades, cuartos, rodajas, tiras o cubos
- Bañar por 15 min. en solución de metabisulfito o jugo de limón (optativo)
- Colocar en el secadero



## Duración del secado con buen sol

2 a 5 días, según tamaño de los cortes de fruta



## Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde 150 a 250 g de producto seco, según tipo de fruta.



## Observaciones:

Con el secado sin pretratamiento la coloración se torna a menudo marrón oscura al final del proceso. Esto se puede evitar sumergiendo las frutas previamente en jugo de limón o en solución de metabisulfito para no alterar el sabor.

## HORTALIZAS DE HOJA Y TALLO



### Productos necesarios

- Hortalizas de hoja y tallo (repollo, cebolla de hoja, espinaca, acelga, apio, etc.)
- Agua



### Técnica

- Desmenuzar las hojas, quitar las partes inservibles
- Lavar
- Cortar en láminas o tiras (hojas) o rodajas (tallos)



### Duración del secado con buen sol

1 a 2 días (hojas comunes), 2 a 3 días (repollo y tallos)



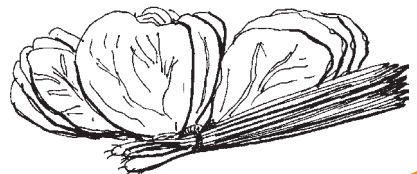
### Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde 60 g (repollo), 200 a 250 g (hojas) de producto seco.



### Observaciones:

Con el secado sin pretratamiento las hortalizas verdes pierden fácilmente su color natural. Esto se puede evitar realizando previamente un blanqueado en agua caliente.



## HORTALIZAS DE FRUTO



### Productos necesarios

- Hortalizas de fruto (tomate, locote, zapallo, etc.)
- Agua



### Técnica

- Lavar las hortalizas seleccionadas.
- Cortar en dos o más pedazos, quitar las partes inservibles (semillas, partes descompuestas, etc.)
- Cortar en tiras (locote), rodajas o cuartos (tomate), cubos (zapallo)
- Colocar en el secadero



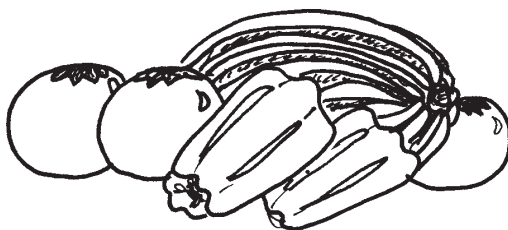
### Duración del secado con buen sol

2 a 3 días



### Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde aproximadamente 50 g (tomate), 150 g (locote), 300 g (zapallo) de producto seco



## HORTALIZAS DE BULBO



### Productos necesarios

- Hortalizas de bulbo (cebolla, ajo)
- Agua



### Técnica

- Pelar, desmenuzar los dientes y pelarlos (ajo)
- Lavar
- Cortar en rodajas o láminas (cebolla)
- Cortar los dientes grandes en 2 o 3 (ajo)
- Colocar en el secadero



### Duración del secado con buen sol

2 a 3 días



### Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde 150 a 200 g de producto seco



## HORTALIZAS DE RAÍZ Y TUBERCULOS



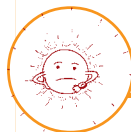
### Productos necesarios

- Hortalizas de raíz y tubérculos (zanahoria, papa, batata, mandioca, etc.)
- Agua



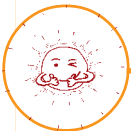
### Técnica

- Lavar las hortalizas y tubérculos seleccionados
- Pelar
- Cortar en rodajas o cubos o rallar con rallador grueso
- Blanquear con o sin metabisulfito 12 g/l (a excepción de la mandioca)
- Colocar en el secadero



### Duración del secado con buen sol

2 a 3 días



### Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde 150 a 200 g (papa), 200 a 250 g (batata), 300 a 350 g (zanahoria), 400 a 450 g (mandioca) de producto seco.



### Observaciones:

Con el secado sin pretratamiento las zanahorias pierden fácilmente su color natural y la papa y la batata se ponen negras.

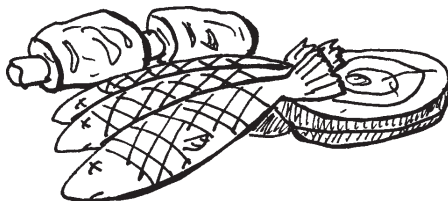
Esto se puede evitar realizando previamente un blanqueado en agua caliente.



## CARNES Y PESCADOS

### Productos necesarios

- Carne magra, pescado frescos
- Sal
- Agua



### Técnica

- Lavar
- Cortar carne en tiras o escalopes finos, quitar toda la grasa visible, filetear o trozar pescado según tamaño
- Bañar en salmuera de 150 a 200 g/l durante 5 min. (carne), respectivamente salmuera saturada durante 10 a 20 min. (pescado) según tamaño de pedazos
- Colocar en el secadero

### Duración del secado con buen sol

2 a 3 días

### Rendimiento

1 kilo de producto fresco rinde 300 a 400 g de producto seco.

### Observaciones:

- Carnes y pescado pueden también ser secados sin previo salado. Sin embargo, se puede descomponer con más facilidad durante y después del secado.
- Blanquear (optativo).
- Colocar en el secadero





# BIBLIOGRAFÍA

- **Energía Solar Térmica.** Albert Mitjá, Itiam Ruai y El Instituto Catalán de Energía. 2002. Biblioteca de Cataluña. Cataluña, España.
- **El Sol.** Madanjeet Singh. UNESCO. 1998. Barcelona, España
- **Estrategia Solar.** Hermann Scheer. 1993. Plaza & Janes. Barcelona, España.
- **Ingenios Solares.** José Manuel Jiménez. 1997. Navarra. Pamplona, España.
- **Capacitación para tomar decisiones en el área de Energía.** Emilio Lébrea La Rovere y Marcelo Robert.. 1985. Montevideo, Uruguay.
- **Energía Solar Para Todos.** Ingeniero Pedro Serrano. 1991. ArteSol. Chile
- **Energía Renovables.** Jennifer Carless. 1995. EDAMEX. Colonias del Valle, México.
- **Secador de comestibles Solar.** Grupo ULOG. 1996. Suiza
- **Relevamiento de secaderos solares agrícolas.** Brace Research Institute. 1975. Canadá.
- **Energía Solar, Fuente Pura Inagotable.** S.E.N.D.A.. Argentina
- **Beneficios de la Energía Solar.** Folleto Informativo. S.E.N.D.A. Argentina.
- **National Training Seminar on Women and New Renewable Source of Energy.** INSTRAW. 1990. Egipto.
- **Amélioration et diversification du séchage solaire domestique des fruits, des légumes et des feuilles.** Alain Rioux, FAO, 1995
- **La producción de pescado seco.** J.J. Waterman, FAO, 1978, Italia
- **Le séchage solaire à petite échelle des fruits et légumes.** Philippe Dudez, GRET, 1996, Francia
- **Solar Drying Technology for Food Preservation.** Matthew G. Green, Dishna Schwarz, GTZ-GATE, 2001, Alemania
- **Manual de Secado Solar Técnico de Alimentos.** T. Vázquez y otros, Energética y FAKT. Cochabamba, Bolivia, 1997.



# GUIA DE USO

de secaderos solares  
para frutas, legumbres,  
hortalizas, plantas  
medicinales y carnes

Mayor información en:



**FUNDACIÓN CELESTINA PÉREZ DE ALMADA**

Av. Carlos Antonio López 2273. Asunción

Tel (595 21) 425 345.

E-mail: fundacion@rieder.net.py



**CEDESOL INGENIERÍA**

**Centro de Desarrollo en Energía Solar**

Ruta Mcal. López 1410, km. 21. Caplaté.

Tel (595 21) 57 98 91. E-mail: cedesol@rieder.net.py