



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECTEI | RED ECOS



Secado Solar de Alimentos; Conceptos y Aplicaciones



Proyecto Parcela Agrovoltaica
Sostenible y Educativa (PASE)

2024



CRÉDITOS



Autores: Dra. Teresa de Jesús Ruiz Sánchez
Dr. Isaac Pilatowsky Figueroa
Dr. Octavio García Valladares
Dr. Aarón Sánchez Juárez

Diseño y edición: Dra. Teresa de Jesús Ruiz Sánchez

Financiamiento: Secretaría de Educación, Ciencia,
Tecnología e Innovación (SECTEI),
CDMX

Proyecto: Parcela Agrovoltaica Sostenible y
Educativa (PASE)

Responsable del Proyecto: Dr. Aarón Sánchez Juárez

Institución: Instituto de Energías Renovables (IER)
– UNAM

1ª Edición: Febrero de 2024 (100 ejemplares)

ISBN: En trámite

Esta portada se ha diseñado con recursos de [Flaticon.com](https://www.flaticon.com).

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida o almacenada de manera alguna sin el permiso previo de la SECTEI

Impreso y hecho en México



PRÓLOGO

Desde la antigüedad, los seres humanos se han preocupado por la conservación de los alimentos, experimentando alternativas y quedándose con aquellas que les resultaran en mayores beneficios. Dentro de éstas, descubrieron que, el secado al aire libre bajo la exposición del Sol es una de las mejores, en comparación con otras como el salado, la refrigeración y congelación; siendo las dos últimas, tecnologías que requieren energía para tal propósito.

Así, mediante el secado solar al aire libre, se logró prolongar el tiempo vida de los alimentos y crear reservas alimenticias de gran duración. Esta actividad se ha heredado de generación en generación, por lo que en muchas comunidades se emplea “tal y como lo hicieron los abuelos”. El caso del secado de carne o pescado salado, son ejemplos muy conocidos en las poblaciones rurales para fines de autoconsumo y comercialización. Sin embargo, dicho proceso es cuestionable desde el punto de vista de la salud, dado que, existe una alta probabilidad de contaminación del producto debido a la poca o nula higiene de las personas que manipulan los alimentos y, a la exposición a insectos, moscas, roedores, aves, polvo y otros agentes del entorno.

Por tal motivo, el conocer procesos que conlleven a disminuir y eliminar la contaminación de productos tales como acciones de higiene e inocuidad en el manejo de alimentos, el empleo tecnologías baratas de fabricación casera para el secado solar que permiten “aislar el alimento de animales”, así como el tratamiento adecuado para su empaque y almacenamiento, son algunas de las cosas que deseamos compartir en este “cuadernillo”.

Este documento, titulado “Secado Solar de Alimentos; Conceptos y Aplicaciones”, contempla aquellas actividades que son importantes considerar en el proceso de secado



solar si es que se desea tener productos alimentarios o comestibles de buena calidad, duraderos y libres de cualquier contaminación, para fortalecer la sostenibilidad alimentaria de las familias. Se ha escrito considerando las experiencias de los autores en dicha área, así como recomendaciones externadas por expertos y personas o empresas que realizan esta actividad con fines comerciales.

Va dirigido a todas aquellas personas, familias, mujeres, empresas, productores agropecuarios, que deseen aprender e iniciarse en una actividad sencilla y apasionada que reditúa en frutos de gran beneficio familiar de alto valor agregado tanto para autoconsumo como su comercialización; coadyuvando además en la disminución de actividades que impactan al ambiente.

AGRADECIMIENTOS

El material consultado para la elaboración de este “cuadernillo” proviene de fuentes, públicas y privadas, todas disponibles en la literatura o en sitios electrónicos. Así mismo, incluye algunas experiencias y buenas prácticas recolectadas durante los cursos que, con el apoyo financiero de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación, de la Ciudad de México, SECTEI-CDMX, a través del proyecto PASE, se han realizado e impartido durante la vigencia del mismo.

Se agradece a la Dra. Paulina Guillén Velázquez y al Dr. Alfredo Domínguez Niño por su participación como profesores e instructores de los cursos; además de su visto bueno para tomar como base para este “*cuadernillo*”, parte de los materiales didácticos que se han usado durante los procesos de capacitación. Además, al Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Salud y Producción Animal (CEPIPSA), de la facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por las facilidades para la implementación del proyecto.



RENUNCIA

Este “Cuadernillo” se ha elaborado en relación al proyecto “Parcela Agrovoltaica, Sostenible y Educacional”, PASE, financiado por la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, SECTEI-CDMX; desarrollado, implementado y dirigido por el Instituto de Energías Renovables (IER) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y puesto en operación en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Salud y Producción Animal (CEPIPSA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), en la comunidad de San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX.

Ninguna de las instituciones anteriores ofrece garantía alguna sobre el uso y aplicaciones de esta publicación. Este documento fue escrito de buena fe. La información y datos, los que provienen de fuentes públicas, se consideran correctos en la fecha de su publicación. La mención explícita o implícita de marcas comerciales, fabricantes, productos y servicios no implica que ellas hayan aportado apoyos, patrocinios, endoso o recomendación a los autores o instituciones mencionadas; solo se incluyen para facilitar el entendimiento de los temas cubiertos.

La reproducción total o parcial de esta publicación puede autorizarse bajo solicitud expresa a:

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, CDMX.

Cualquier comentario, sugerencia o aclaración debe dirigirse por escrito a:

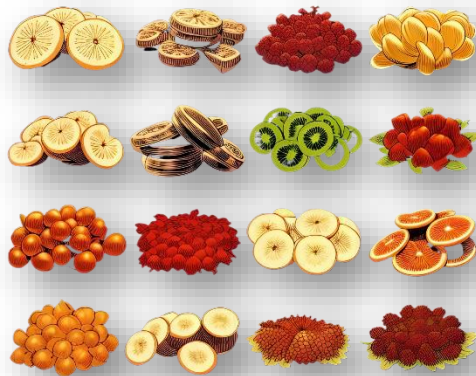
Dr. Aarón Sánchez Juárez

Correo: asi@ier.unam.mx



CONTENIDO

Introducción.....	1
¿Para qué secar alimentos?.....	2
Secadores solares.....	3
Factores que afectan el tiempo de secado	4
Tipos de secadores solares.....	5
Ventajas y desventajas.....	6
Alimentos que pueden ser secados	7
Pasos a seguir para el secado solar.....	8
Pre-tratamientos.....	9
Etapas del secado.....	11
Registro de mediciones del secado.....	12
Formato de registro de mediciones.....	13
Determinación de cantidad de producto seco.....	15
Post-tratamientos.....	16



INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el secado de alimentos ha sido una práctica habitual de conservación en el campo para asegurar la disponibilidad de alimentos, así como hierbas medicinales durante todo el año.

En la actualidad, el secado de alimentos, tiene además de la función de autoabastecimiento, la de ser una alternativa productiva y comercial para el mercado nacional e internacional. Las personas requieren consumir productos naturales, sanos y que puedan tener un mayor tiempo de almacenamiento, sin que éstos contengan productos químicos como los conservadores.

Además, es conocido que, en las actividades agrícolas se pueden presentar excedentes y mermas de productos cosechados que, al no comercializarse en tiempo, generan contaminación ambiental y grandes pérdidas para los productores. Sin embargo, éstas se pueden transformar en productos comerciales de alto valor agregado, si se someten a procesos de deshidratado o secado solar. Cabe mencionar que, nuestro país dispone de un abundante recurso solar para ser aprovechado con dichos fines energéticos.

En muchas regiones rurales, dicho proceso es aplicado en grandes superficies o colgarlo al aire libre, para que por exposición con el sol y viento se lleve a cabo el “secado solar”, proceso que requiere largos tiempos de exposición. Esta actividad conlleva una posibilidad muy alta de que el producto se contamine debido al contacto con insectos, roedores, aves u otros animales; adicional a la manipulación de las personas con poca o nula higiene. Así, se obtiene un alimento de baja calidad.

Por lo anterior, se sugiere usar la tecnología de secadores solares, así como buenas prácticas en el manejo de los productos para su mejor manejo, conservación y aprovechamiento.

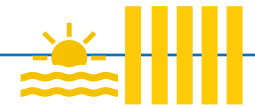




¿PARA QUÉ SECAR ALIMENTOS?

Las principales razones para realizar este proceso son:

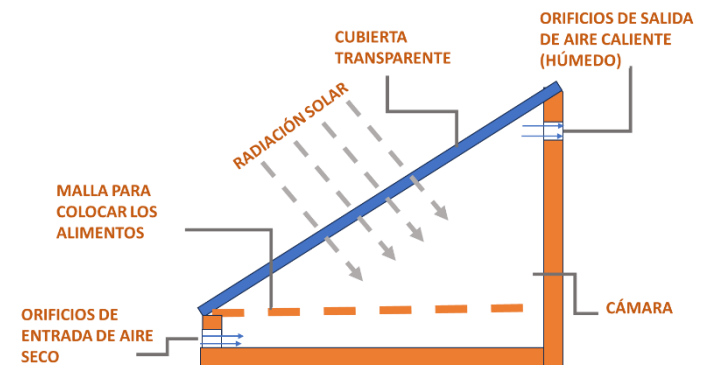
- **Su conservación.** Con ello, se pueden almacenar durante largos períodos de tiempo, para su posterior consumo, en períodos de escasez o fuera de temporada.
- **Mejor calidad alimentaria.** El secado propicia la conservación nutricional del producto, estando disponible durante todo el año.
- **Disponibilidad de energía gratuita.** La única energía utilizada en el proceso de secado solar es la que proviene del Sol, la cual es gratuita y disponible en todas las localidades.
- **Aprovechamiento de excedentes o mermas.** La transformación de éstos genera nuevos productos de alto valor agregado, que pueden fortalecer la economía de los productores.
- **Generación de fuentes de trabajo.** Las actividades asociadas al secado propician la creación de fuentes de trabajo que requieren personal capacitado.
- **Creación de centros de acopio comunitarios.** El escalamiento a grandes volúmenes de productos a secar, requiere la creación de centros de acopio, en donde la participación de jóvenes, mujeres, personas de la tercera edad, es de vital importancia en el proceso productivo.



SECADORES SOLARES

Otra forma de utilizar la energía del Sol, de manera más eficiente e higiénica, es mediante un secador solar; el cual contiene a los productos protegiéndolos del ambiente, insectos, animales y lluvia. Su uso representa tiempos de secado más cortos; menos riesgos de contaminación y pérdidas, mejorando su calidad. Un secador solar puede ser tan simple como una caja cerrada (cámara) que tiene un lado con cubierta transparente (vidrio o plástico), el cual se orienta hacia la luz solar. Cuando este se expone al Sol, las paredes de la caja absorben la energía solar y calientan el aire en su interior.

Los productos que se desean secar, se deben colocar en charolas tipo malla, las cuales deben tener una estructura que les permita soportar el peso de la fruta sin deformarse. Cuando los productos se introducen en el secador solar, reciben la luz del Sol, su temperatura se incrementa y se favorece la evaporación del agua que contienen. Dicho fenómeno se ve beneficiado por el aire caliente dentro del secador. Lo anterior, sugiere que el secador debe tener orificios que permitan tanto la extracción del aire caliente húmedo como la introducción del aire del ambiente.





FACTORES QUE AFECTAN EL TIEMPO DE SECADO

El tiempo de secado depende de:

1. Características del alimento:



a) **Forma y tamaño.** Entre más grandes y gruesos los cortes del producto, se necesita mayor tiempo de secado.

b) **Tipo de producto.** Alimentos con mayor contenido inicial de agua, como el jitomate, necesitan más tiempo de secado; al igual que si se requiere un alimento más seco para procesarlo en forma de harina.

2. Características del aire caliente:



a) **Temperatura entre 50°C a 70°C.** Estas temperaturas son fácilmente alcanzables con la radiación solar. Para ciertos productos, como el secado de hierbas que requieren menores temperaturas y exposición a los rayos, se recomienda colocar una protección como la malla sombra en la cubierta transparente.

b) **Bajo contenido de humedad.** Para días con llovizna o con mucha humedad ambiental, requieren de mayores tiempos para secar el producto.



c) **Movimiento constante de aire.** Los orificios de entrada y salida deben de estar libres de obstrucciones y, con una separación adecuada con otras estructuras para permitir el libre flujo de aire.

Para lograr un secado homogéneo (o sea, igualito), es necesario que el tamaño y grosor del alimento sean lo más similares posible.



TIPOS DE SECADORES SOLARES

En la actualidad, se tienen distintas tecnologías aplicadas en los diseños de secadores solares, entre las que se destacan las que se muestran en las siguientes imágenes.



GABINETE



INDIRECTO



MIXTO



TÚNEL



INVERNADERO



TIENDA



VENTAJAS Y DESVENTAJAS



- a) **Periodo de conservación de 12 a 24 meses** o más si se mantiene en buenas condiciones. No se emplean conservadores.
- b) **Almacenamiento a temperatura ambiente.** Se requiere de lugares secos y no expuestos a la luz.
- c) **Se usa fácilmente**, ejemplo: polvo de ajo, cebolla deshidratada, puré de papas, etc.
- d) **Disminución en costos** de empaquetado, almacenamiento y transporte.
- e) **Disponibilidad de alimentos** secos a precios estables.
- f) **Generación de nuevos productos** al realizar mezclas de diversos alimentos secos.
- g) **Reducción en la generación** de residuos, al disminuir mermas de las cosechas.
- h) **Concentración de aromas y sabores** para algunos alimentos.

a) **Se dificulta una completa rehidratación.**

b) **Pérdida de estructura** y pocas posibilidades de recuperar el estado original del alimento.

c) **Pérdidas de aceites esenciales, vitaminas y clorofila.**

d) **Modificación de la textura en alimentos sólidos.**

e) **Cambio de color y pérdidas de nutrientes**, de las propiedades organolépticas y funcionales para algunos productos.



ALIMENTOS QUE PUEDEN SER SECADOS

Actualmente, se han procesado una gran variedad de productos con el secado solar, entre éstos se encuentran:

a) **VERDURAS:** calabacitas, jitomate, tomate verde, col, variedades de chiles.



b) **TUBÉRCULOS:** betabel, camote, papa, zanahoria, yuca.

c) **LEGUMBRES Y CEREALES:** maíz, arroz, avena, habas, sorgo.

d) **CONDIMENTOS:** cebolla, ajo, cilantro, perejil, epazote, yerba santa, romero, mejorana, orégano, menta, tomillo, laurel, albahaca, yerbabuena, hojas de aguacate, de apio y de pimienta.



e) **AROMÁTICOS:** café, cacao, pimienta, vainilla, lavanda.



f) **MEDICINALES:** manzanilla, Stevia, gordolobo, anís, tila, boldo, cola de caballo, borraja, eucalipto, ajeno, caléndula, diente de león, buganvilla.

g) **FRUTAS:** mango, manzana, pera, plátano, mamey, guanábana, guayaba, piña, chico zapote, fresa, melón, yaca, frutos rojos.



h) **COLORANTES:** flor de cempasúchil, cúrcuma, paprika, betabel, rábano.

i) **PESCADOS Y MARISCOS:** cazón, mantarraya, camarón, mojarra, charal, marlín, machaca de pescado.





PASOS A SEGUIR PARA EL SECADO SOLAR

Realice las acciones con **medidas de higiene e inocuidad**.

- (1) **1ª SELECCIÓN.** Separe los alimentos en buen estado de los que están en mal estado, muy maduros o con manchas.
- (2) **LAVADO.** Use agua limpia para eliminar la suciedad de la superficie exterior del alimento.
- (3) **2ª SELECCIÓN.** Separe las partes no adecuadas para el secado: cáscaras, tallo, raíces, etc.
- (4) **DESINFECCIÓN.** Utilice químicos apropiados para la desinfección y después lave con agua potable.
- (5) **CORTE.** En función de la presentación final, realice cortes en rebanadas, tiras, cuadritos, etc., con grosor homogéneo entre 3 a 10 mm.
- (6) **PRE-TRATAMIENTO.** En caso de requerirse, emplee algún tratamiento para preservación del aspecto y color del alimento original.
- (7) **SECADO.** Realice el proceso de secado.
- (8) **3ª SELECCIÓN.** Separe producto con secado incompleto, quemado o con manchas.
- (9) **EMPAQUETADO.** Lo más rápido posible, coloque el producto en envases para evitar que absorban la humedad del ambiente.
- (10) **ALMACENAMIENTO.** Conserve el producto en un lugar seco, aireado, lejos de la luz solar, limpio y protegido de insectos y roedores.



PRE-TRATAMIENTOS

Estos tratamientos se emplean para evitar o reducir los daños a los alimentos durante y después del secado. No todos los alimentos requieren de un pretratamiento. Depende mucho del aspecto final que se desee. Entre estos se encuentran:

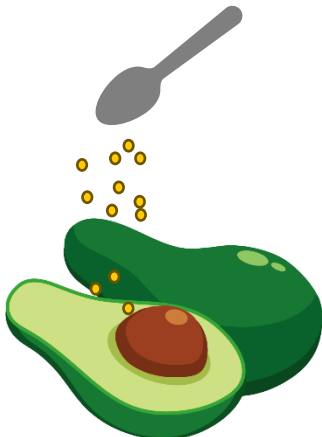
- a) **BLANQUEADO o ESCALDADO.** Consiste en sumergir el alimento en agua hirviendo, por un tiempo acorde a la fruta o verdura, su grado de madurez y tamaño; y posteriormente sumergirlo en agua fría. Se emplea para desactivar enzimas, lo que tiene efecto en la fijación del color, olor y sabor; así como la retención de algunas vitaminas. Permite ablandar los tejidos y reducir la actividad de microorganismos.
- b) **ADICIÓN DE SULFITOS.** Se requiere de inmersión del alimento en una solución de metabisulfito de sodio o potasio a razón de 5-10 g por litro de agua durante 5-10 min a temperatura ambiente. Se utiliza principalmente en frutas. Detiene el oscurecimiento de los productos debido a la oxidación con el ambiente. Debe cuidarse que no se rebase la concentración máxima de azufre en un producto deshidratado.
- c) **ADICIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS** (ácido cítrico, comúnmente el del limón). Se usan principalmente en frutas. Detiene el oscurecimiento de los alimentos debido a la oxidación con el ambiente.





PRE-TRATAMIENTOS

- d) **ADICIÓN DE BICARBONATO DE SODIO.** Principalmente, se emplea en hortalizas y legumbres de color verde disolviendo 30 g de bicarbonato de sodio más 3 g de sal común en un litro de agua. Permite estabilizar la clorofila en el alimento, incrementando su resistencia a la radiación solar para preservar su coloración verde.
- e) **AGRIETADO.** Generalmente, se usa en frutas que se secan sin pelarse (ciruelas, uvas e higos), para producir porosidad en la cáscara. Consiste en sumergir el producto en una solución caliente (80°C) de hidróxido de sodio con una concentración de 10 g por litro de agua durante 5-10 s. Después debe lavar con agua potable y sumergir durante 30 s con ácido cítrico con concentración de 2 g por litro de agua.
- f) **SALADO O ALMIBARADO.** Adición de sal o azúcar al alimento de acuerdo al producto a deshidratar. Tienen como finalidad la de retardar el crecimiento de bacterias en el producto.



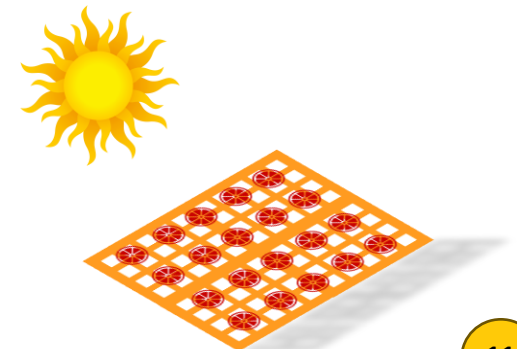
ETAPA DE SECADO

Continúe con las **medidas de higiene e inocuidad** (uso de cofia, guantes y bata o delantal; desinfección de utensilios, mesas y área de trabajo) y coloque el producto cortado y con pre-tratamiento (si se requiere), en las charolas para el secado dentro del secador solar, esparciéndolos sin que se superpongan unos con otros. Los productos deben ponerse a secar con las primeras horas de la mañana para tener el mayor tiempo de exposición al Sol.

Las bandejas o charolas deben ser de acero inoxidable o de una malla de plástico que sea resistente al calor, radiación solar y que no reaccione con el ácido del producto; así mismo, éste no debe pegarse mucho a la charola, las cuales deben tener espacios vacíos (entre el 10 y 15% de su capacidad) para facilitar la circulación del aire caliente de secado.

Para cada tipo de producto, de acuerdo con la cantidad de agua contenido en éste, así como la forma y tamaño de rodajas a secar, se tendrá distintos tiempos de secado.

Para conocer el tiempo de secado y con éste, replicarlo una y otra vez, para el mismo producto, se tiene que realizar el proceso de medición. Para ello, se eligen unas muestras del producto para llevar un control (registro) de la pérdida del peso con respecto al tiempo de exposición en el secador. Para esto se requiere una pesa “gramera” y un reloj.





REGISTRO DE MEDICIONES DEL SECADO

Para el registro de mediciones del secado, es necesario llevar a cabo las siguientes actividades usando el formato que se muestra en la siguiente página.

- 1) En una pesa “gramera”, pese la malla limpia (P_{malla}) en la cual se va a colocar el producto a secar (escriba dicho peso en el lugar de la sección 1 del formato de registro)
- 2) Coloque el producto a secar sobre la malla y péselo ($P_{pf} + P_{malla}$). Anótelos en la sección 2 ($t = 0$, tiempo en que se inician las acciones de secado).
- 3) Coloque la malla con el producto dentro del secador solar y permita que reciba la luz solar durante el día.
- 4) Determine el Peso del producto fresco (P_{pf}): realice la resta del peso anotado en la sección 2 con el peso anotado en la sección 1. $P_{pf} = (P_{pf} + P_{malla}) - (P_{malla})$. Anótelos en la sección 2a
- 5) A los 30 min saque la malla con el producto, péselo y anote la cantidad en la sección correspondiente al tiempo de medición (30 min).
- 6) Después haber pesado el producto con la malla, regréselo dentro del secador solar y espere otros 30 minutos y repita el paso 5, hasta acumular 120 min (2 h) de exposición.
- 7) Para cada medición, determine el peso del producto, es decir, realice la resta del peso registrado en el tiempo de medición menos el peso de la malla.
- 8) Después de 120 min, continúe pesando y registrando cada hora, hasta que haya poca variación en el peso entre cada hora.



FORMATO DE REGISTRO DE MEDICIONES

Peso de la malla (P_{malla})	Sección 1 g
----------------------------------	--------------------

Peso del producto

Tiempo (min)	Peso g
t = 0	Sección 2 (medición) ($P_{pf} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 2a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 30	Sección 3 (medición) ($P_{p30} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 3a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 60 (1h)	Sección 4 (medición) ($P_{p60} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 4a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 90	Sección 5 (medición) ($P_{p90} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 5a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 120 (2h)	Sección 6 (medición) ($P_{p120} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 6a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 180 (3h)	Sección 7 (medición) ($P_{p180} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 7a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 240 (4h)	Sección 8 (medición) ($P_{p240} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 8a (resultado resta) $P_{af} =$ g
t = 300 (5h)	Sección 9 (medición) ($P_{p300} + P_{malla}$). g - (P_{malla}) g Sección 9a (resultado resta) $P_{af} =$ g

EJEMPLO DE USO DEL FORMATO.

En el secador solar, se procesó un producto, en día soleado, registrándose los siguientes datos:

- Peso de la malla limpia sin producto (P_{malla}) = 45.1 g
- Peso del producto fresco en la malla limpia ($P_{pf} + P_{malla}$) = 495.1 g. El producto se puso en el secador inmediatamente de que se pesó, a las 8:30 am. Este tiempo se considera el $t=0$ y la siguiente medición se realizó a los 30 min, es decir, a las 9:00 am.
- Peso del producto en la malla a 30 min, ($P_{p30} + P_{malla}$) = 360.1 g
- Peso del producto en la malla a 60 min (9:30 am con base en la hora de inicio); ($P_{p60} + P_{malla}$) = 270.1 g



- Peso del producto en la malla a 90 min (10:00 am con base en el hora de inicio), ($Pp90 + P\ malla$) = 202.6 g
- Peso del producto en la malla a 120 min, es decir, a las 10:30 am; ($Pp120 + P\ malla$) = 144.1 g
- Peso del producto en la malla a 180 min, es decir, a las 11:30 am; ($Pp180 + P\ malla$) = 90.1 g
- Peso del producto en la malla a 240 min, es decir, a las 12:30 pm; ($Pp240 + P\ malla$) = 85.6 g
- Peso del producto en la malla a 300 min, es decir, a las 1:30 pm; ($Pp300 + P\ malla$) = 83.35 g

Como puede observarse se tiene una ligera variación entre el peso del producto a las 4 y 5 h (240 y 300 min) de haber iniciado el proceso. Entonces, podemos dejar de registrar y pasar los datos al formato (Los valores se anotaron en azul).

Peso de la malla (Pmalla)	45.1 g
---------------------------	--------

Peso del producto

Tiempo (min)	Peso g
t = 0	495.1 g - 45.1 g = 450.0 g
t = 30	360.1 g - 45.1 g = 315.0 g
t = 60 (1h)	270.1 g - 45.1 g = 225.0 g
t = 90	202.6 g - 45.1 g = 157.5 g
t = 120 (2h)	144.1 g - 45.1 g = 99.0 g
t = 180 (3h)	90.1 g - 45.1 g = 45.0 g
t = 240 (4h)	85.1 g - 45.1 g = 40.0 g
t = 300 (5h)	83.4 g - 45.1 g = 38.3 g

Así, se tiene que el tiempo de secado para este producto, con el mismo tamaño de rodajas y en un día soleado es de 4 horas. En la tabla, también puede observar que en los primeros tiempos la pérdida de peso del producto (por eliminación de agua) es mayor y ésta va disminuyendo con el tiempo, conforme el producto tiene menos agua.



DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE PRODUCTO SECO

Con base en sus registros de mediciones (pesado), y la fórmula que se muestra abajo, se puede determinar el Rendimiento Energético en el secador solar (Rs). Para este caso se toma el Peso del producto seco (Pps) en el tiempo de 4 horas y el Peso del producto fresco (Ppf) que registró en $t = 0$.

$$Rs = \frac{\text{Peso del producto seco}}{\text{Peso del producto fresco}} = \frac{40\ g}{450\ g} = 0.089$$

Con la fórmula de Rendimiento Energético, se puede reacomodar y obtener el peso aproximado del producto seco que se generará en un proceso posterior, del mismo producto, con el mismo tamaño de rodajas, en un día soleado; sólo se tiene que pesar el alimento fresco. Así, sí se tiene que un día procesamos 500 kg de rodajas de este producto, si se aplica la fórmula siguiente, se obtiene el peso del producto seco.

$$Pps = Rs \times \text{Peso del producto fresco}$$

$$Pps = 0.089 \times 500\ kg = 44.5\ kg$$





POST-TRATAMIENTOS

El producto seco requiere ser empacado inmediatamente continuando con las medidas de preservación, higiene e inocuidad. Para ello, se llevan las siguientes actividades:

- a) **3ª SELECCIÓN.** Del producto seco seleccione los que tienen un color y textura uniforme (homogénea).
- b) **EMPAQUE.** El producto seco se envasa o empaca lo más rápido posible para evitar que absorba humedad del ambiente. Los recipientes utilizados para esto pueden ser de vidrio, plástico, bolsas herméticas de polipropileno selladas con calor o al vacío, para eliminar el aire y evitar su oxidación. Si el producto es para autoconsumo, el empaque debe presentar la siguiente información: tipo de producto, peso, fecha de envasado y fecha recomendada de consumo. Si es para su venta, debe añadirse: datos del productor; contenido nutricional; código de barras y número de registro.
- c) **ALMACENAMIENTO.** Para extender la vida útil del producto seco es necesario conservarlo en un lugar seco, aireado, resguardado de la radiación solar directa, limpio y protegido de insectos y roedores. No hay que colocarlos en el suelo ni ponerlos en contacto con paredes que absorban la humedad.



REFERENCIAS

- Almada, M. et. al. (2005). *Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Asunción, Paraguay: Fundación Celestina Pérez de Almada.
- García Valladares, O. et. al. (2022). *El secreto de Julia para secar alimentos con el Sol*. Cd. de México. UNAM.
- Instituto de Energías Renovables - UNAM. (enero de 2024). *Material didáctico y Experiencias del Curso Taller de Secado Solar. Parcela Agrovoltáica Sostenible y Educativa*. Cd. de México. UNAM.
- Pilatowsky Figueroa, I. (2023). *Todo sobre el secado solar. Parcela Agrovoltáica Sostenible y Educativa*. Temixco, Morelos. UNAM.

Material didáctico auspiciado por la
**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (SECTEI) DE
LA CDMX**



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECTEI | **RED ECOS**

A través del Proyecto “PARCELA
AGROVOLTAICA SOSTENIBLE Y
EDUCACIONAL” (PASE), que se está
desarrollando por el Instituto de Energías
Renovables (IER) de la UNAM; bajo la
responsabilidad técnica del
Dr. AARÓN SÁNCHEZ JUÁREZ.