

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS



TIPOS DE SECADO Y CARACTERÍSTICAS EN ALGUNOS ALIMENTOS.

Por:

LUIS MIGUEL ESTRADA VELÁZQUEZ

M O N O G R A F I A

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**



MONOGRAFÍA

TIPOS DE SECADO Y CARACTERÍSTICAS EN ALGUNOS ALIMENTOS.

Por:

LUIS MIGUEL ESTRADA VELÁZQUEZ

**Como Requisito Parcial para Obtener el Título de Ingeniero en Ciencia
Y Tecnología de Alimentos.**

PRESIDENTE DEL JURADO

**_____
LIC. LAURA OLIVIA FUENTES LARA**

VOCAL

VOCAL

**_____
MC. MIRNA J. AYALA ORTEGA
GARCIA**

**_____
Q.F.B. MA. DEL CARMEN JULI A**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CIENCIA ANIMAL**

**_____
DR. RAMON F. GARCIA CASTILLO**

Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre del 2006.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la oportunidad de existir y así poder terminar una etapa más de mi vida como estudiante y así lograr un objetivo primordial en vida.

A MI ALMA TERRA MATER por haberme recibido en su seno de sus instalaciones y darme la oportunidad de formar parte de ella y así poder concluir mis estudios profesionales.

A mis maestros que intervinieron en mi formación profesional.; especialmente a Lic. Laura Olivia Fuentes Lara, MC. Xochitl Ruelas, MC. Maria Hernández, MC. Oscar Reboloso, Dra. Lourdes Morales.

Con respeto y profundo agradecimiento a Lic. Laura Olivia Fuentes Lara por haberme apoyado en la conclusión de este trabajo y por todos los consejos recibidos, maestra mil gracias.

Al Dr. Ramón García Castillo por el apoyo en la culminación de este trabajo.

Ala Maestra Q.F.B, Maria del carmen, por su tiempo y por las facilidades brindadas en la culminación de este trabajo.

Ala maestra M.C. Mirna J. Ayala Ortega por su tiempo y el apoyo recibido y poder terminar este trabajo.

A todos mis amigos de generación de la carrera de **I.C.T.A**; Oscar, Juan Antonio, Erika, Nery, Javier, Silvia, Daniel, Julio, Mayra, Paola, Alfredo, Gregorio, Pilar, Silvia, Ruvid, Eraisa y Loreto.

A mis amigos de cuarto Noe, Armando, Marcelo, gracias por todos esos momentos que estuvimos juntos en las buenas y en las malas.

A mis amigos Y amigas de mi pueblo Noe, Luis F., Marcelo, Rafael, Armando, Luis A., Víctor I., Efraín, Alberto, Juan, Dante, Hugo, Marco A., Irene, Ana, Maribel, Rocío, Patricia, Wendy gracias por los momentos inolvidables que pasamos juntos y por el apoyo brindado durante mi estancia en la U.A.A.A.N.

A todos mis paisanos del Estado de México gracias por su amistad que me ofrecieron durante en mi estancia en la U.A.A.A.N.

Y a todos mis demás amigos de todas las especialidades gracias por su amistad.

Y a todos aquellos que no creyeron en mí si se pudo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES.

Rafael Estrada García.

Francisca Velázquez García.

Por haberme traído a este mundo, por todo su cariño brindado y por haberme aguantado tal y como soy.

Porque se han encargado de hacer de mí una persona de bien, por que gracias a sus desvelos, regaños, cariño, trabajos, confianza y amor he llegado a lograr una de mis metas importantes en mi vida.

A MIS HERMANOS

Muy en especial a ti hermana **Ernestina Estrada V. (+)** que siempre quisiste que fuera alguien en esta vida lo he logrado y va dedicado para ti.

Miguel

Carlos

Reina

Joel

Rafael

Mi mas sinceros agradecimientos por todo el apoyo brindado tanto económico como moral y por todos los consejos recibidos logre culminar una de mis metas en mi vida; le doy gracias a DIOS porque me dio unos hermanos que quiero mucho; no se como pagarles todo lo que han hecho por mi, simplemente decirles lo logre.

A MIS ABUELOS.

Pedro Estrada

Aurelia García (+)

Ambroncio Velázquez (+)

Romualda García (+)

Gracias por darme unos Padres que quiero mucho.

A mis sobrinas Rosa Edelia., Estefanía, Fátima Citlali, Ingrid Yamile y por el angelito que acaba de nacer gracias por todo su cariño.

A mis cuñadas Eusebia, Roxana gracias por todos sus consejos recibidos.

A mis Padrinos Pedro y Carmela gracias por todo el apoyo y consejos recibidos.

A Maria de Lourdes gracias por su cariño y amor.

A todos mis Tíos y Tías por todos sus consejos y apoyo recibido durante mi etapa como estudiante.

A mis Primos y Primas por animarme que le echara ganas al estudio y brindarme su amistad muy bonita que hemos tenido y por todas las experiencias que hemos vivido.

A mi equipo de fútbol "Junior's" por tener una amistad muy bonita durante el tiempo que hemos jugado juntos y por todos sus consejos recibidos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	3
CAPÍTULO I.....	4
Antecedentes del secado de los alimentos.....	4
CAPÍTULO II.....	6
CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DEL SECADO DE LOS ALIMENTOS	6
Diferencia entre secado y deshidratación	6
Mecanismos de deshidratación.....	8
INFLUENCIA DEL DESHIDRATADO EN LOS ALIMENTOS.....	9
Influencia sobre microorganismos.....	9
Influencia sobre la composición química	10
Efectos del secado en el valor nutritivo del alimento	11
Efectos del secado en productos biológicos	13
Factores externos que afectan la velocidad de secado	15
CAPÍTULO III.....	16
SISTEMAS DE DESECACION.....	16
A- DESECACIÓN NATURAL- Cuando es al sol y corrientes de aire.....	16
B- DESECACIÓN ARTIFICIAL- Cuando se realiza en equipos especiales para sacar la humedad.	16
SECADO NATURAL DE FRUTAS Y HORTALIZAS	17
Aspectos fundamentales en la desecación al sol	18
Selección del lugar para desecar alimentos	19
DESECACIÓN ARTIFICIAL:.....	20
DESHIDRATACIÓN.....	20
Pasos a seguir para utilizar el horno de barro.....	20
Si se utiliza una cocina económica.....	21
Si utiliza cocina de gas o eléctrica	22
Para obtener un mejor desecado natural es recomendable:.....	22
CAPÍTULO IV	23
EQUIPOS DE SECADO CARACTERISTICAS DE DISEÑO Y APLICACIONES ..	23
Secadero de horno	23
Secadores de túnel	24
Secadores de cabina	27
CAPÍTULO V	28
PROCESO GENERAL DE DESHIDRATACIÓN	28
DESHIDRATACIÓN DEL TOMATE	28
DESHIDRATACIÓN DE MANZANA.....	30
DIAGRAMA DE FLUJO DEL SECADO DE MANZANA.....	31
SECADO POR OSMODESHIDRATACION DE MANZANA	32
SECADO POR ATOMIZACIÓN DE LECHE EVAPORADA	33
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE LECHE EN POLVO	33
CAPÍTULO VI	34
EQUIPOS DE PROCESADO	34
Rallador de yuca.....	34
Rebanador de raíces	34

Prensa manual de fruta	35
Operaciones de preparación para el procesado	35
Tiempo de sulfitado para algunas frutas:	37
Cultivo	37
Tiempo	37
CAPÍTULO VII	38
TIPOS DE SECADORES Y EJEMPLOS DE SECADO	38
Secador solar	38
Secador solar directo:	41
El secador solar	42
Secador de aire forzado	43
Secador de combustión	43
Secador tipo Vagón.....	44
Secador de Arcones Múltiples	44
Secador eléctrico	45
EJEMPLOS DE SECADO.....	46
Secado en horno	46
Secado de flores.....	47
Margaritas africanas secándose sobre una malla metálica	47
Secado de flores en la arena.....	48
CONCLUSIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA	50

INTRODUCCIÓN

La deshidratación de los alimentos es una técnica que surgió hace dos siglos en España e Italia, países que importaban productos frescos de África y para preservarlos los deshidrataban.

A partir de 1930 se extendió a otras partes del mundo Occidental a través de los frutos deshidratados y glaseados llamados orejones. Hoy, la técnica ha evolucionado y ofrece frutas y verduras deshidratadas en delgadas rebanadas, muy del gusto del consumidor. El secado de los alimentos es uno de los métodos más antiguos que ha utilizado el hombre para conservar sus alimentos.

El hombre primitivo utilizó la energía solar que calentaba el medio ambiente, para secar sus alimentos al aire libre. Actualmente el secado de frutas y hortalizas es un proceso industrial muy importante en la preservación de la calidad de los productos agrícolas.

El secado o deshidratación consiste en la extracción del agua contenida en los alimentos por medios físicos hasta que el nivel de agua sea adecuada para su conservación por largos periodos.

El nivel de agua deseado lo determina el tipo de producto final que buscamos, por ejemplo, el secado de granos y cereales se realiza hasta obtener alrededor de 12% de agua en el producto que es parecido a la humedad del aire normal, en el caso de las frutas secas, los niveles son (8-10%), en el caso de nueces y semillas los niveles son más bajos (3-5%).

El secado solar controlado (uso de secadores diseñados) es una alternativa barata en regiones tropicales secas. No así en regiones tropicales húmedas, debido al cambio o aumento repentino de la humedad relativa en el medio ambiente por las lluvias.

El secado por aire calentado orientado a túneles o cabinas en donde se coloca el producto, es el más eficiente y recomendado, ya que los equipos construidos pueden controlar el proceso de secado: temperatura y velocidad del aire, y la disposición del alimento a secar.

Se calcula que cerca de 40 por ciento de las cosechas de fruta se arruinan por las condiciones climáticas o pérdidas en la transportación de la mercancía.

Tradicionalmente, la fruta con algún tipo de daño se emplea para elaborar ates y otros dulces. Aunque ésta es una práctica común en algunos estados como Michoacán, Puebla, Jalisco y el Distrito Federal, aún son pocas las empresas que han encontrado en la deshidratación del producto una forma de recuperar parte de las mermas y una veta de negocio en sí mismo.

La desecación persigue la inactivación temporal de la carga microbiana existente mediante la escasez en el medio del agua libre disponible (disminución de la actividad de agua) para su uso por éstos. Puesto que la mayoría de frutas contienen humedad superior al 80%, esta pérdida de agua se realiza en forma relativamente lenta a presión atmosférica y temperaturas medias de 65°C, dependiendo también de la velocidad de flujo del aire caliente para el caso del secador de lecho fluidizado y otras variables para otros tipos de secadores.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es conocer y analizar los aspectos importantes del secado de algunos alimentos y su aplicación.

CAPÍTULO I

Antecedentes del secado de los alimentos

Con el proceso de desecación buscamos reducir el nivel de humedad de los alimentos con el objetivo de asegurar la conservación del alimento.

Las frutas y hortalizas encierran en su composición los elementos necesarios para que sea posible la vida de los microorganismos e insectos. Esto, sumado a un contenido de humedad importante, hace que el desarrollo microbiano se realice en un ambiente apto y deteriore el alimento.

Al eliminar la humedad del alimento se producen los siguientes cambios:

- 1- Evita la multiplicación y desarrollo de microorganismos.
- 2- Aumenta la concentración de los constituyentes del producto: azúcares, sales minerales, etc.
- 3- Pérdida de peso (al reducirse el nivel de humedad de niveles del 85% al 12-15% o menos, en el caso de las verduras)
- 4- Modificación del sabor por pérdida de aceites esenciales que son responsables de transmitir a la fruta fresca aroma y sabor.
- 5- Alteración del color especialmente en frutas no azufradas.
- 6- Aumento del valor alimenticio de 2-3 veces con relación a la fruta fresca

Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha empleado como método de conservación de alimentos, la desecación o deshidratación, utilizando la exposición al aire y al sol. Hoy en día se siguen todavía estos métodos de forma casera, aunque la calidad obtenida deja mucho que desear en comparación con las técnicas que se usan actualmente para desecaciones, sobre todo en cuanto al sabor del alimento una vez rehidratado.

El efecto conservador del secado constituye uno de los descubrimientos más antiguos de la humanidad, y su eficiencia descansa sobre el hecho de que los microorganismos no pueden crecer ni provocar alteraciones en los alimentos cuya actividad de agua se ha reducido por debajo de 0.6. El secado como sistema de conservación se ha empleado desde hace mucho tiempo, se menciona que las hortalizas y legumbres se secaron al sol en las épocas primitivas (Aguirre, 1910).

La obtención de una actividad de agua que sea suficientemente baja para evitar las alteraciones microbianas resulta relativamente sencilla, aunque si no se toman precauciones especiales antes y durante la operación de deshidratación pueden producirse cambios notables en la calidad. Esto se nota en los alimentos sometidos a los métodos tradicionales de desecación natural, que aunque aceptables como alimentos, en sentido estricto conservan poco parecido con los productos frescos a partir de los cuales se han preparado. Por otra parte, el objetivo de los sistemas modernos de deshidratación está en obtener productos que al ser rehidratados poseen una calidad lo más similar posible a la de los materiales frescos originarios preparados para el consumo.

Los alimentos deshidratados poseen ciertas ventajas sobre los alimentos conservados por otros procedimientos, ya que son relativamente menos pesados y menos voluminosos, y al mismo tiempo no precisan ser conservados en ambientes refrigerados. Por consiguiente determinan ahorros considerables en energía y espacio para almacenamiento (Bird, 1964).

La deshidratación al igual que otros métodos de conservación, traen consigo ciertos cambios químicos, y la destrucción o inhibición de los microorganismos constituye solamente el primero de una serie de obstáculos que hay que superar para la conservación de los alimentos (Covey, 1961).

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DEL SECADO DE LOS ALIMENTOS

Diferencia entre secado y deshidratación

El secado de los alimentos consiste en la eliminación de humedad contenida en un alimento, ya sea por el efecto del aire caliente, del calor solar u otro medio.

El termino deshidratación se utiliza para designar a todos los métodos de desecación en los que la eliminación del agua se realiza bajo condiciones reguladas de temperatura, humedad, velocidad del aire, etc., en equipos que poseen un diseño especial. La deshidratación suele realizarse en túneles o armarios desecadores provistos de corrientes forzadas de aire caliente, obteniéndose productos secos de una mayor calidad, con rendimientos mas elevados y procedentes de una mayor variedad de frutas y hortalizas (Ouckworth, 1968; Desrosier, 1971).

Las condiciones son controlables dentro de una planta de deshidratación, mientras que en el campo abierto la contaminación de polvo, insectos, los pájaros y los roedores son problemas importantes.

Obviamente, la deshidratación es más cara que el secado solar, con todo, los alimentos secados por deshidratación pueden tener mayor valor monetario debido a la mejor calidad.

El rendimiento de un deshidratador de fruta seca es más alto, ya que durante el secado solar se pierde azúcar debido ala continua respiración de los tejidos. (Desrosier, 1963).

La calidad de un alimento desecado es directamente proporcional al parecido en sabor, olor y consistencia al alimento fresco de origen, una vez hidratada la primera. Para conseguir esto hay que tener en cuenta una serie de cuestiones relacionadas con el proceso de desecación, la composición química del alimento y las condiciones de almacenamiento.

Así, hay algunos alimentos, que contienen grasa y oxígeno y pueden sufrir un proceso de enranciamiento, que les hace poco apetecibles. Por otro lado el contenido en azúcares reductores, puede dar lugar a la Reacción de Maillard o de pardeamiento no enzimático, que también hace que ese alimento sea poco agradable a la vista y de sabor amargo, aunque no tóxico.

Por eso, hay ciertos alimentos que son más susceptibles de desecar por su estabilidad una vez deshidratados. Es el caso de cebollas, zanahorias, brócoli, espinacas, etc., que tienen estabilidad en seco y dan un alto rendimiento.

Pero en términos generales podemos decir, refiriéndonos a las hortalizas, que son aptas para la desecación si cumplen las siguientes características:

- Consistencia uniforme.
- Apariencia atractiva.
- Tierna.
- Conserva sus condiciones nutritivas después de secada.
- Dar un buen rendimiento.

Mecanismos de deshidratación

Cuando el aire caliente entra en contacto con un alimento húmedo, su superficie se calienta y el calor transmitido se utiliza como calor latente de evaporación, con lo que el agua que contiene pasa a estado de vapor. El vapor de agua que atraviesa por difusión la capa de aire en contacto con el alimento, es arrastrado por el aire en movimiento, generándose sobre aquel una zona de baja presión y creándose entre el aire y el alimento un gradiente de presión de vapor. Este gradiente proporciona la "fuerza impulsora" que permite eliminar el agua. El agua escapa de la superficie del alimento por los siguientes mecanismos:

- Por capilaridad
- Por difusión, provocada por las diferencias en la concentración de solutos entre las distintas partes del alimento,
- Por difusión del agua, absorbida en diversas capas sobre la superficie de los componentes sólidos del alimento,
- Por difusión gaseosa provocada por el gradiente de presión de vapor existente en el interior del alimento (Fellows, 1994)

INFLUENCIA DEL DESHIDRATADO EN LOS ALIMENTOS

Influencia sobre microorganismos

Los microorganismos se encuentran distribuidos por todas partes y los alimentos de una u otra manera siempre están en contacto con ellos en mayor o menor grado, según las condiciones ambientales en las que se encuentren. Sin embargo los microorganismos necesitan agua para su crecimiento, y metabolismos, por lo tanto, cualquier método que elimine agua evita la proliferación microbiana (Desrosier, 1971). Así las necesidades de agua para el crecimiento, de los microorganismos se definen en términos de la actividad de agua de su ambiente, así la proliferación microbiana no tiene lugar en presencia de agua pura, ni tampoco en su ausencia, por lo tanto existe una actividad de agua (A_w) óptima, que permite un crecimiento máximo y cuando se reduce esta actividad de agua decrece la velocidad de crecimiento, pudiendo llegar a ser nulo, la actividad de agua es determinada a través de la razón que existe entre la presión de vapor de la solución del alimento con respecto a la presión de vapor de agua pura (van -Arsdel, 1973).

La actividad de agua mínima que permite el crecimiento de los microorganismos es variable. Así las bacterias no crecen a valores de actividad de agua (A_w) menores de 0.9, mientras que la mayor parte de las levaduras son inhibidas a A_w menores de 0.87 y la mayoría de los mohos no proliferan a A_w menores de 0.80 por otra parte, las bacterias extremadamente halófilas pueden proliferar en A_w de 0.75 y los mohos y levaduras osmofílicas crecer a incluso a A_w de 0.62.

En general, bajo condiciones desfavorables como presencia de agentes conservadores, de pH bajo o temperatura de crecimiento subóptimo, disminuye la capacidad de los microorganismos para proliferar a valores de A_w más bajos.

Comúnmente la relación entre el contenido de agua y la A_w de equilibrio, para un alimento dada se representa por la isoterma de sorción de agua, donde además se puede ver la importancia de la reducción de la A_w sobre el control de los microorganismos (Nickerson, 1978).

Influencia sobre la composición química

Al deshidratar un alimento, sus propiedades físicas y químicas sufren cambios, ya que la temperatura, la pérdida de humedad y la consecuente concentración de los solutos influyen sobre las proteínas, vitaminas, carbohidratos, grasas, enzimas y pigmentos (Aguirre, 1980).

Por otra parte el grado de pérdida de proteína depende de la temperatura a la que se deshidrate un alimento, pudiendo ser esta pérdida de mayor a menor grado. Así también las vitaminas, que son compuestos muy sensibles al calor son parcialmente destruidos y el grado de destrucción dependerá del cuidado en el proceso previo a la deshidratación, del proceso de deshidratación seleccionado, del cuidado en su ejecución y de las condiciones de almacenamiento para los alimentos secados (Desrosier 1971).

En las frutas y hortalizas, los carbohidratos se encuentran en mayor proporción en comparación con las proteínas y grasas, y la reducción de estos causa una decoloración notada como encafecimiento, pudiéndose controlar con la aplicación de bióxido de azufre, el cual actúa como antioxidante y en cuanto a los pigmentos, el secado afecta principalmente a carotenoides y antocianinas, aunque un tratamiento con azufre ejerce una acción inhibitoria sobre el encafecimiento oxidante (Van Arsdel 1973).

Efectos del secado en el valor nutritivo del alimento

Con frecuencia estos cambios ocurren sólo en determinados productos, pero algunos de los principales tienen lugar en casi todos los alimentos sometidos a la deshidratación y el grado en que ocurren depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado.

La oxidación es la primera causa de pérdida durante el secado, particularmente en el caso del ácido ascórbico.

Experimentalmente se ha comprobado que la retención del ácido ascórbico es de la mitad de la cantidad original presente en el material crudo y la otra mitad se pierde durante el blanqueado y deshidratación. (Fennema, 1982)

Pérdidas no oxidativas ocurren también bajo ciertas condiciones como el caso de oscurecimiento no enzimático (Reacción de Maillard), que reduce el valor de las proteínas de aquellos alimentos que contienen azúcares reductores, tales como la glucosa y maltosa.

Cuando se calienta lo suficiente los azúcares, como productos sólidos, se elimina agua por reacción de la deshidratación, convirtiéndose en productos insaturados y altamente reactivos. (Fennema, 1982).

El tratamiento térmico (Blanqueado o Escaldado) que se emplea para destruir particularmente oxidasas es esencial para deshidratar (o congelar) si el color, olor, sabor, textura y contenido de ácido ascórbico quieren ser adecuadamente preservados. Su efecto beneficioso o perjudicial sobre los alimentos depende de factores como tiempo, temperatura, humedad y presencia o ausencia de reductores.

La actividad de agua también influye en la acción de las enzimas hidrolíticas. La velocidad de las reacciones enzimáticas está limitada por la velocidad a la cual el sustrato se difunde hacia la enzima.

El agua sirve como medio de la reacción y como vehículo para el sustrato, pero no es posible la oxidación enzimática u ocurre lentamente, donde el agua está fuertemente ligada.

Otra consecuencia de la deshidratación es la pérdida en algún grado de la facilidad de rehidratación. Las causas son en parte físicas, debido al encogimiento y distorsión de células y capilares, pero también químicas y fisicoquímicas en el nivel coloidal. El calor y los efectos de la concentración de las sales que resultan de la eliminación de agua pueden desnaturalizar parcialmente las proteínas que después no podrán reabsorber plenamente y ligar el agua, lo que contribuye a las alteraciones de textura.

Efectos del secado en productos biológicos

a) Deformaciones y reducción de tamaño, las células que conforman la pared del tejido del alimento se encuentran sometidas a esfuerzos de tensión y de compresión. El material celular exterior posee resistencia y elasticidad, pero si la magnitud de la tensión sobrepasa un valor determinado, la estructura cede irreversiblemente.

Este tipo de deformación tiene lugar en la mayoría de los alimentos deshidratados. El tejido celular puede ser parcialmente destruido por pretratamientos, como el escaldado, que produce una mayor permeabilidad de la pared celular. La turbidez desaparece y es posible que se origine una importante deformación permanente en el producto. El efecto de contracción es también afectado por la velocidad de secado. Si un material es secado muy lentamente la deformación es mínima, en cambio si es secado rápidamente, el material experimenta una gran reducción de volumen generando mucho más pérdidas en rendimiento que la anterior.

b) Cambio de color por acción del calor, el más indeseable de los cambios reversibles que puede acompañar el secado de alimentos es este tipo de alteración que está asociado directamente al pardeamiento. Si el grado de pardeamiento no es grande, el único efecto notable será el cambio de color. Sin embargo, pueden afectarse el sabor, la capacidad de rehidratación y la cantidad normal de alguno de sus constituyentes. La velocidad a la cual ocurre el pardeamiento es afectada marcadamente con la elevación en la temperatura y el contenido de humedad del material.

c) Pérdidas de sólidos, el agua se encuentra en el tejido activo del alimento, formando soluciones con numerosos constituyentes, algunos de los cuales son pequeñas moléculas de azúcares simples, en tanto otras tienen complejas estructuras altamente hidratadas. Durante el secado las sustancias migran, desplazándose con el agua. También se produce este fenómeno, por el encogimiento del material, el cual origina una compresión sobre las capas internas; induciéndose con esto un flujo de líquido hacia el exterior a través de poros, grietas y capilares.

Dependiendo de la proporción de flujo saliente que tiene lugar y de la permeabilidad del tejido de las paredes a las sustancias disueltas, determinadas cantidades de estos compuestos acompañarán al líquido hacia la superficie del material.

d) Endurecimiento de la superficie, la migración de solutos hacia la superficie de las partes secas, causa en ocasiones una dificultad operacional que se conoce como endurecimiento. La concentración de los sólidos en las capas contiguas a la superficie puede originar la formación de una envoltura resistente e impermeable que dificulta el secado posterior.

e) Pérdida de constituyentes volátiles, cuando el agua es evaporada de productos alimenticios, el flujo de aire húmedo que abandona el secador invariablemente arrastra, trazas de algún constituyente volátil del alimento fresco. Este efecto se traduce en una desventaja e irreversible pérdida de sabor (Benavides, 1973)

Factores externos que afectan la velocidad de secado

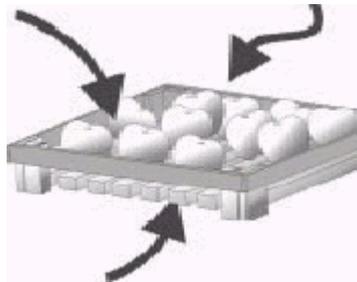
- a) Efecto de la depresión de la temperatura del bulbo húmedo y seco, si la depresión del aire es cero, el aire está saturado y el secado no puede darse, si la depresión es grande, el aire está lejos de la saturación, el potencial de secado es grande y la velocidad de secado inicial está en su máximo.
- b) Efecto de la temperatura del aire, cuanto mayor sea la diferencia de la temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor será la velocidad de transmisión de calor al alimento, la cual proporciona la "fuerza impulsora" para la eliminación de humedad.
- c) Efecto de la velocidad del aire, el aire caliente recoge más humedad que el aire fresco, pero el aire en movimiento a alta velocidad, además de recoger humedad, la barrera de la superficie del alimento, previniendo la creación de una atmósfera saturada que disminuiría la velocidad de la eliminación subsiguiente de humedad. Las velocidades más convenientes de aire varían entre 1.5 y 5 m/s, por encima de 5 m/s se hace costoso (Bergeret, 1963).
- d) Efecto de la presión atmosférica, a cualquier presión más baja que la atmosférica, la ebullición tiene lugar a una temperatura más baja. Si se mantiene una temperatura constante a medida que se reduce la presión, la ebullición prosigue a una velocidad más rápida. Esto significa que si se coloca un alimento en una cámara caliente bajo vacío, se puede eliminar la humedad del alimento a temperatura más baja que si no se aplicara vacío. Es muy importante emplear temperaturas más bajas durante períodos más cortos al secar alimentos que son sensibles al calor (Madrid, 1993).

CAPÍTULO III

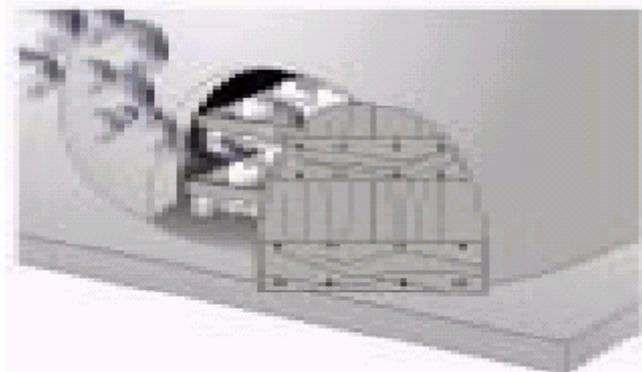
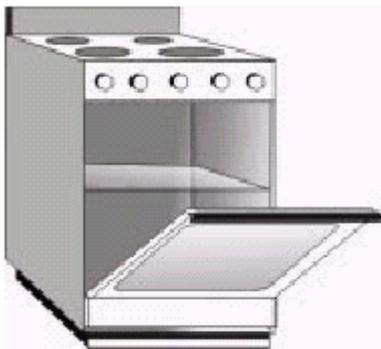
SISTEMAS DE DESECACION

Los procedimientos básicos de desecación son los siguientes:

A- DESECACIÓN NATURAL- Cuando es al sol y corrientes de aire.



B- DESECACIÓN ARTIFICIAL- Cuando se realiza en equipos especiales para sacar la humedad.



Para realizar una buena desecación hay que tener en cuenta:

- Las condiciones climáticas de la zona
- El procedimiento más sencillo y práctico es el de desecación natural.
- La deshidratación realizada utilizando equipos es más rápida y no depende de las condiciones climáticas pero exige equipamiento específico con control de temperatura y eliminación de aire.
- Cuando por mal tiempo- lluvias, excesiva humedad, etc.; deberá apoyar la desecación por métodos artificiales

SECADO NATURAL DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Condiciones a tener en cuenta para aplicar este sistema:

- Clima seco
- Baja humedad ambiente
- Pocas lluvias
- Muchas horas diarias de sol
- Vientos favorables
- Temperaturas altas

Estas condiciones se dan especialmente en verano en la zona norte del país.

En el sur, posiblemente tenga que combinar este método con la desecación artificial por los efectos de los días desfavorables.

Aspectos fundamentales en la desecación al sol.

1. Baja humedad ambiente: El aire debe estar lo suficientemente seco como para que la humedad que tienen los frutos pueda ser eliminada.
2. Aire tibio o caliente. Días calurosos, de sol brillante y alta temperatura, son los mejores para secar los alimentos.
3. Circulación de aire. Es necesario que haya una buena circulación de aire alrededor de los alimentos que se están secando.
4. Elección de frutas y hortalizas: Es preferible utilizar productos con poco contenido de humedad inicial. Por tanto la selección de variedades adecuadas es fundamental.
5. Cosecha cuidadosa: Evite machucamientos. Coseche cuando la fruta tenga buen color y madurez.
6. Higiene: La higiene juega un papel fundamental en todo el proceso de elaboración, por tanto, no descuide este aspecto desde el inicio.

Para tener éxito aplicando este proceso debe asegurarse:

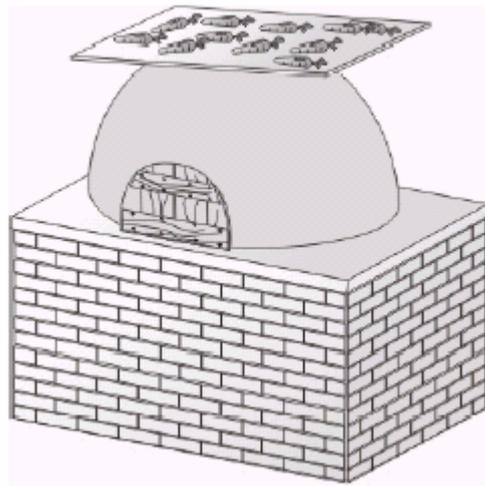
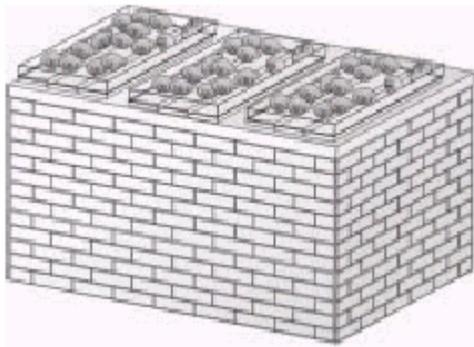
- Recolección
 - Preparación
 - Secado
 - Almacenamiento
- } se realicen con la máxima higiene
- Utilizar recipientes limpios para la cosecha.
 - Lavar los alimentos.
 - Cubrir los productos que se están secando en las bandejas con malla para proteger de insectos.
 - Desecar los productos en lugares libres de tránsito que no levante polvo.
 - Evitar el contacto con animales domésticos con acceso a los productos.
 - Disponer de un galpón para guardar en la tarde los productos.
 - Almacenar los productos terminados en recipientes cerrados.
 - Lavar bien bandejas y demás elementos antes y después de ser utilizados.

Selección del lugar para desecar alimentos

Procurar lugares que aseguren las condiciones anteriores:

- La azotea de la casa
- Sobre una plataforma alejada del suelo

Lo importante es que los productos no estén en contacto con el suelo.



DESECACIÓN ARTIFICIAL:

DESHIDRATACIÓN

Para este procedimiento se pueden construir equipos especiales.

A nivel casero se utiliza el horno de barro, la cocina económica u otra fuente de calor que permita extraer la humedad de los alimentos.

En el caso de usar el horno de barro es importante cuidar muy de cerca el proceso de forma que los productos no se cocinen.

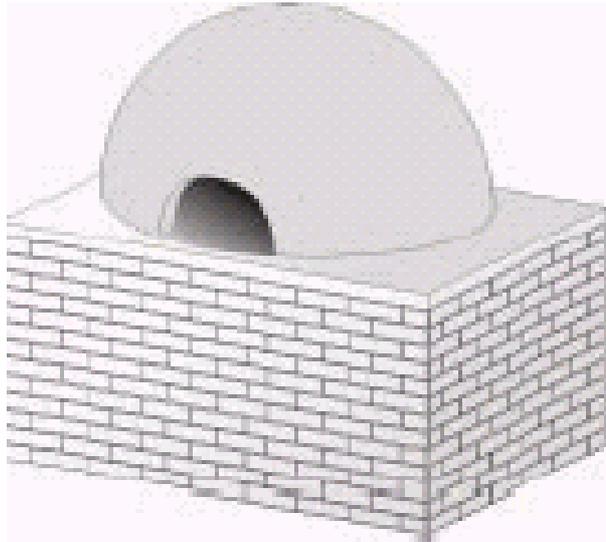
Debe trabajarse con temperaturas bajas, cuando el horno perdió la mayor intensidad de temperatura y facilitar la circulación de aire.

Se debe vigilar de cerca el proceso de tal forma de sacar rápidamente los productos cuando sea necesario.

Es preferible hacer el secado en varias etapas que de una vez de forma de lograr mejor calidad final.

Pasos a seguir para utilizar el horno de barro

- Iniciar la desecación al sol y corrientes de aire
- Cuando la piel de las frutas comienza a arrugarse someta el producto al calor suave del horno después de haber realizado alguna cocción. Es importante usar el calor residual.
- Temperaturas muy elevadas endurecen la piel de la fruta lo que dificulta el secado.
- No trabajar con la puerta y tiraje del horno abiertos para facilitar la salida de la humedad.



Si se utiliza una cocina económica

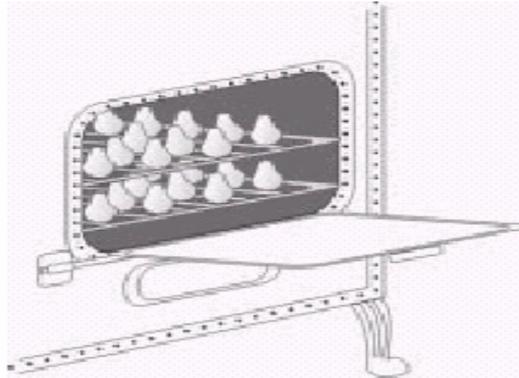
- Colocar la fruta en parrillas metálicas bien distribuidas.
- No sobrecargar las parrillas pues debe circular el aire entre los productos.
- Cambiar el orden y la posición de las parrillas regularmente de forma de uniformizar el proceso.
- Trabajar con puerta abierta o semiabierta.



Si utiliza cocina de gas o eléctrica

En términos generales seguir las mismas recomendaciones.

Si se trata de una cocina con control de temperatura regule la misma de 50 - 60 °C y entreabra la puerta para facilitar eliminación de vapores eliminados en el proceso.



Para obtener un mejor desecado natural es recomendable:

- 1- Trabajar rápido e ininterrumpidamente.
- 2- En la primera etapa no someter a temperaturas altas pues se seca la fruta por fuera y queda muy húmeda por dentro lo que afecta su vida útil. En la primera etapa de secado debe haber cierto grado de humedad en el ambiente para que el producto quede elástico y la eliminación de humedad no se vea impedida.
- 3- Primero exponer los productos a media sombra en lugares con corrientes de aire. Cuando la piel comienza a arrugarse coloque en parrillas y someta, si es necesario, a las estufas, cocinas etc.
- 4- No sobrecargar las parrillas.
- 5- Controlar que la temperatura de secado no sobrepase los 50-60 °c.
- 6- No desecar junto productos diferentes.

- 7- Hacia el final del proceso se requiere más temperatura y menos humedad.
- 8- La evaporación debe ser lenta y no brusca.

CAPÍTULO IV

EQUIPOS DE SECADO CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO Y APLICACIONES

Secadero de horno

Consiste básicamente en un edificio de dos pisos con un horno situado en el primer piso. El aire caliente y los gases de combustión se elevan por convección natural o forzada a través del suelo enrejado del segundo piso, sobre el que se esparce el producto húmedo en forma de capa uniforme, corrientemente de 10 a 20 cm. de espesor.

El aire humidificado se elimina por medio de una chimenea situada en el piso más alto. Para producir un secado uniforme se necesita rastrear o voltear el producto regularmente. Las limitaciones obvias de esta clase de secado son los grandes tiempos de secado necesarios, y la falta de control sobre las condiciones del secado.

Las propiedades importantes del aire son, temperatura, humedad y velocidad. Las propiedades del sólido a considerar son el tipo y la variedad de la hortaliza o fruta, el contenido de humedad libre, el método de preparación anterior al secado, la forma y tamaño de la pieza.

Las principales aplicaciones de esta clase de instalaciones son en el secado de lúpulo, rodajas de manzanas y malta.

Secadores de túnel

Permite el secado de frutas y hortalizas, troceados, de forma semicontinua a grandes capacidades de producción. Esta compuesto por un túnel de hasta 25m de longitud y área transversal cuadrada o rectangular del orden de 2 x 2m. El producto alimenticio húmedo se esparce en capas uniformes sobre bandejas de madera ranurada o mallas metálicas.

Las bandejas se montan en forma de pilas sobre vagonetas, espaciándolas de forma que permitan el paso del aire de secado. Las vagonetas se introducen en el túnel una a una a intervalos adecuados. A medida que una vagoneta entre por el extremo húmedo del túnel sale otra de producto seco por el otro extremo seco. El aire es impulsado por ventiladores a través de los calentadores y horizontalmente entre las bandejas, aunque puede tener lugar algún flujo cruzado. Corrientemente se utilizan velocidades de aire del orden de 150 a 400 m/min.

Los secaderos de túnel se suelen clasificar según la dirección relativa del movimiento del producto y del aire. En uno de los secadores de túnel se utiliza un flujo de producto/aire en sistema paralelo, siendo sus características principales:

- a) Se alcanzan grandes velocidades de evaporación en el extremo húmedo de túnel, por la que se pueden utilizar temperaturas del aire, relativamente, elevadas sin riesgo de recalentar el producto. La temperatura de la superficie del producto en esta parte del túnel está corrientemente, esta por debajo de la temperatura de bulbo seco del aire, debido a la refrigeración por evaporación. Esta gran velocidad de secado inicial da lugar a un producto de baja densidad global, debido a la poca contracción que tiene lugar.

- b) A medida que el producto avanza en el túnel entra en contacto con aire más frío y más húmedo. Decae con ello, la velocidad de secado, con el correspondiente minimizar la deterioración por el valor del producto.
- c) Es muy difícil alcanzar contenidos de humedad muy pequeños, debido a las pobres condiciones de secado en el extremo seco del túnel. En otras clases de secadores de túnel se mantiene un flujo de producto/aire en sistema de contracorriente.

Las características principales de esta clase de secadores son:

- a) En el extremo húmedo de túnel tienen lugar velocidades de secado iniciales relativamente pequeñas, debido a las características relativamente pobres de secado del aire. Ello origina una contracción severa del producto celular, dando un producto de gran densidad global. Si se recarga el secadero con producto húmedo se puede ocasionar una exposición prolongada del alimento a una atmósfera húmeda y caliente, por tanto, origina su destrucción.
- b) Las condiciones en el extremo seco, del túnel, es decir, el aire seco caliente, son tales que permiten alcanzar pequeños contenidos en humedad, a cambio de correr un riesgo considerable de recalentar el producto.
- c) Corrientemente, cuenta menos con los sistemas en paralelo, en lo que a consumo de calor se refiere.

Se pueden utilizar dos o más túneles en serie para obtener más flexibilidad de control sobre las condiciones de secado en los diferentes periodos del ciclo. Sin embargo, la combinación utilizada con más frecuencia es la de un túnel primario en paralelo, seguido por un túnel secundario en contracorriente.

Se saca ventaja en este sistema de la elevada velocidad inicial de secado, característica del túnel en paralelo, a la vez que las buenas condiciones de secado del túnel secundario en contracorriente permiten acabar más rápidamente y obtener contenidos de humedad más pequeños en el producto.

Se utilizan también túneles sencillos, ya que proporcionan un secado en dos periodos en una sola unidad. De ellos algunas clases utilizan una pared de separación móvil para aislar las etapas, mientras que otras conocidas, generalmente, por túneles de eliminación del aire por el centro tienen un ventilador sencillo en el centro del túnel. Se lleva con ello aire caliente hacia el sistema desde los dos extremos, y el aire, después de estar en contacto con los alimentos se elimina parcialmente por el centro o recircula según sea necesario.

Aunque en algunas unidades de dos etapas las etapas son de igual longitud, en la mayoría de los casos la parte primaria del túnel es más corta que la secundaria para compensar las velocidades de secado pequeñas de esta última sección.

En la sección en paralelo se utilizan velocidades de flujo y temperaturas del aire relativamente elevadas, mientras que en la sección en contracorriente se utiliza aire nuevo seco y más frío. Las características principales de tales sistemas son:

- a) Tiempos de secado más pequeños, por lo que se pueden conseguir mayores capacidades de producción respecto a las unidades sencillas de tamaño similar.
- b) En general, se puede lograr un mejor control de las condiciones de secado, aunque sea difícil conseguir un flujo de aire bueno, particularmente en el centro del túnel.

Secadores de cabina

El secador consiste en una cámara en la cual pueden ser colocadas bandejas con el producto. Existen secadores grandes y pequeños; en el primero las bandejas son colocadas sobre vagonetas para facilitar su manejo; en los pequeños las charolas pueden ponerse sobre soportes permanentes en el secador.

El secador de cabina es, por lo general, el menos caro de construir, es fácil de mantener y bastante flexible. Comúnmente es utilizado para estudios de laboratorio en la deshidratación de hortalizas y frutas, en operaciones comerciales de pequeña escala y temporales.

CAPÍTULO V

PROCESO GENERAL DE DESHIDRATACIÓN

DESHIDRATACIÓN DEL TOMATE

Este producto es la parte comestible del tomate, sin la presencia de semillas, cortado en rebanadas, las cuales se someten a los procesos de deshidratación hasta niveles que permitan su estabilidad (3-5%).

Los tomates destinados para la deshidratación deberán estar sanos, maduros (en pleno color rojo) y de consistencia dura.

Materia prima e ingredientes:

- tomates
- azúcar
- metabisulfito de sodio

Lavado y Selección: se utilizan tomates sanos, maduros y de consistencia firme, que serán lavados en agua potable

Troceado: La primera operación que se realiza es la eliminación del pedúnculo, para luego cortarlos longitudinalmente en 8 partes

Desemillado: Durante el proceso de troceado las semillas y el jugo se liberan fácilmente. Las semillas se pueden separar con la ayuda de un colador y se pueden secar por separado.

Escaldado: Los trozos del tomate se sumergen en agua mas azúcar (15%) hirviendo por 1-2 minutos. La presencia del azúcar es para mantener la estabilidad osmótica, del nivel de azúcar presente en el tomate.

Enfriamiento: Inmediatamente los trozos se sumergen en agua fría o al medio ambiente para evitar el exceso de ablandamiento y luego se escurren.

Sulfitación: para mantener el color rojo característico del tomate y evitar la aparición de colores indeseables durante el secado, los trozos se sumergen en una solución de metabisulfito de sodio preparada con 1g de metabisulfito por litro de agua. Esta sumersión se debe mantener por lo menos 15 minutos.

Escurrido y acomodo: Los trozos se escurren y se disponen en las bandejas que tengan mallas plásticas o de acero inoxidable. Se debe evitar amontonar los trozos y deberán estar dispuestos en una sola capa.

Secado: Si se utiliza secador solar, los controles del proceso, son menores. Se debe evitar los excesos de calor y sobre todo la protección a la lluvia y a la humedad del medio ambiente externo.

Si se utiliza secadores por aire caliente la temperatura del aire no debe sobrepasar los 60° C y una velocidad del viento de 3-5 m/s

El secado termina cuando los trozos de tomate están quebradizos (cuya humedad es de 5-7%).

Enfriado y empaque: Generalmente los trozos secos están por encima de la temperatura del medio ambiente por lo tanto se debe dejar que se enfríe hasta esa temperatura para luego empacar en recipientes generalmente de plástico que no deje pasar la humedad (polipropileno, celofán o laminados plásticos) y/o en envases laminados metálicos.

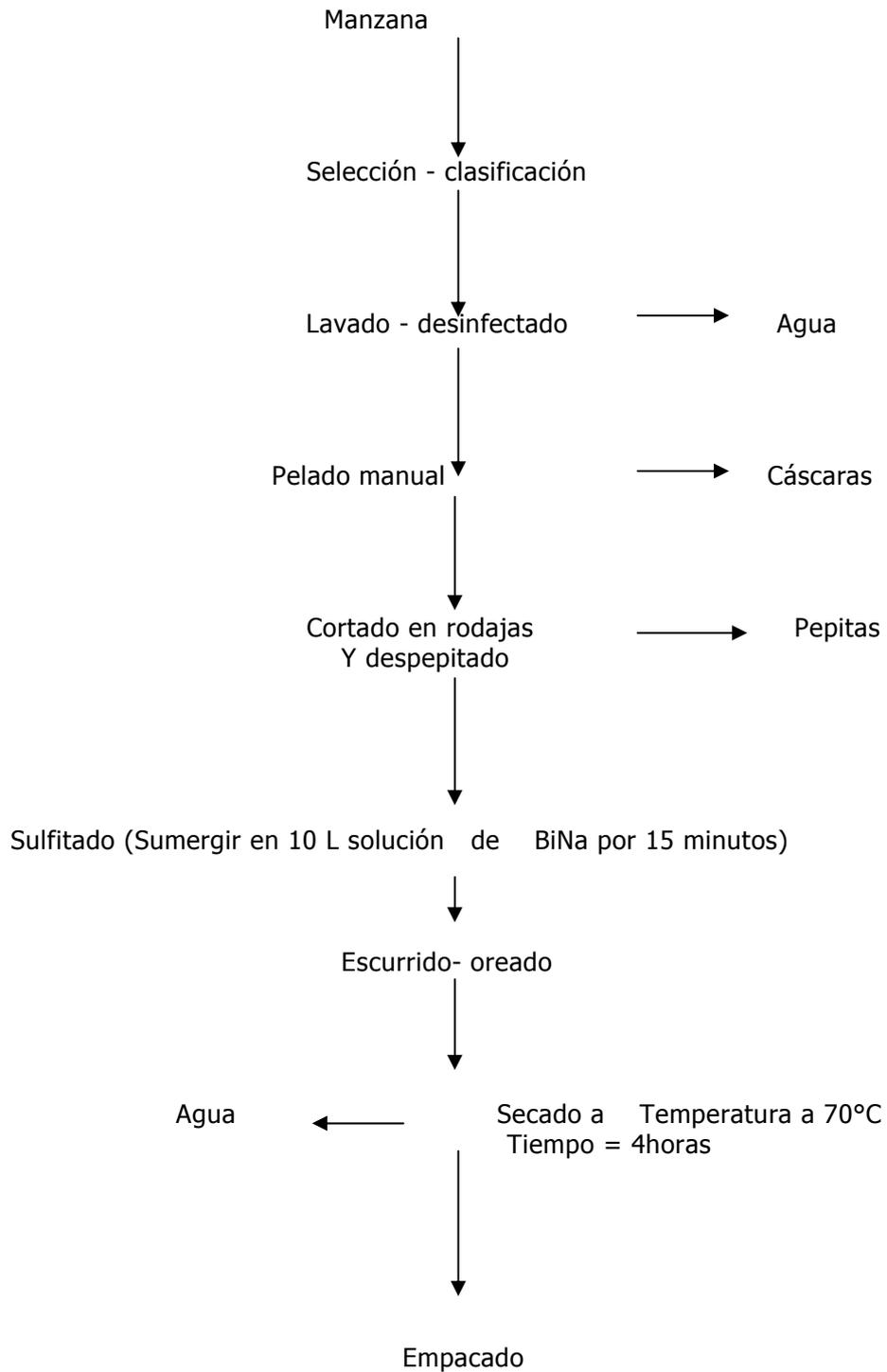
Almacenamiento: Se deben almacenar en un ambiente fresco y seco y protegido de la luz.

DESHIDRATACIÓN DE MANZANA

Materia prima e ingredientes:

- Manzanas
- Secador de Bandeja
- Cuchillo
- Balanza
- Tabla para picar
- Baldes

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SECADO DE MANZANA



SECADO POR OSMODESHIDRATACION DE MANZANA

El flujo de operaciones es igual hasta el sulfitado, luego se procede realizando una inmersión en jarabe:

Inmersión en jarabe Tiempo 24 hr.



Lavado con agua tibia (50 °C)



Oreado



Secado
(5 - 6 horas, 70 °C)



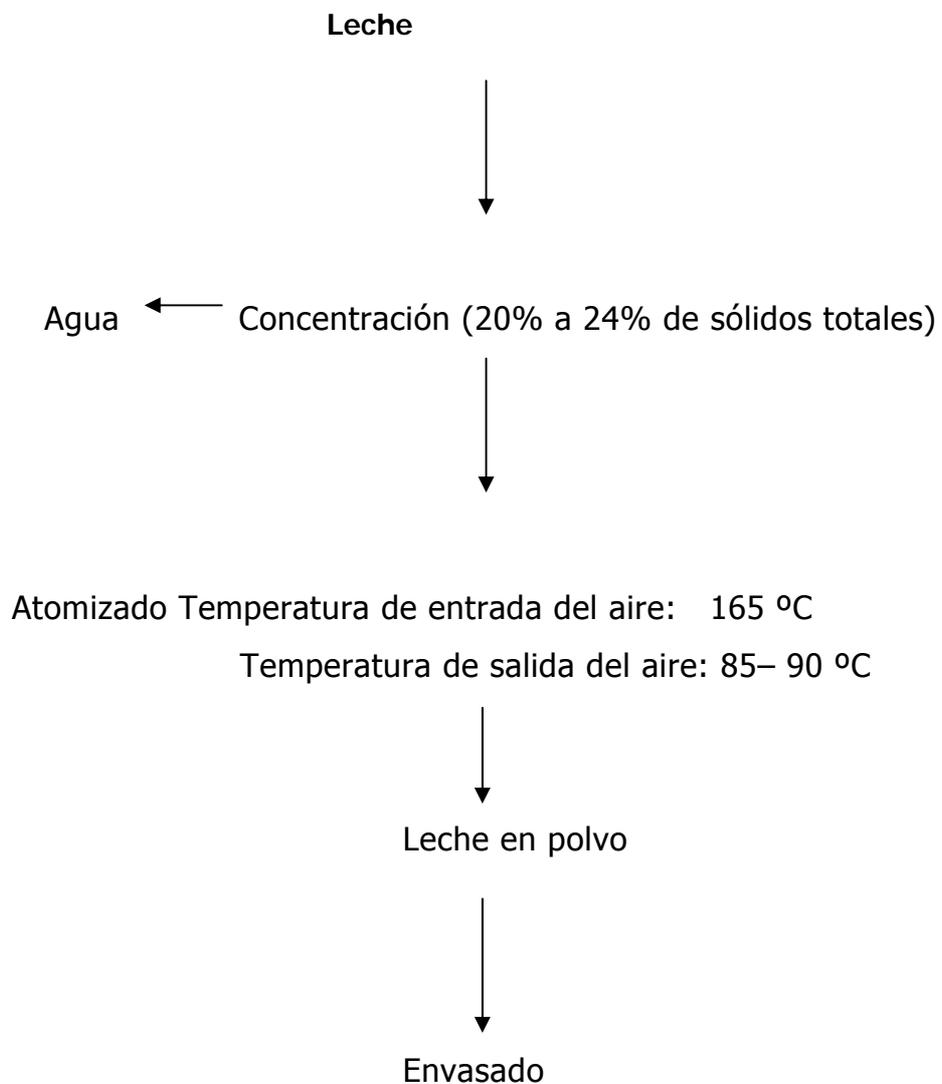
Empacado

SECADO POR ATOMIZACIÓN DE LECHE EVAPORADA

Materia prima e ingredientes:

- Producto lácteo (Leche evaporada)
- Atomizador
- Abridor de latas
- Estufa

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE LECHE EN POLVO

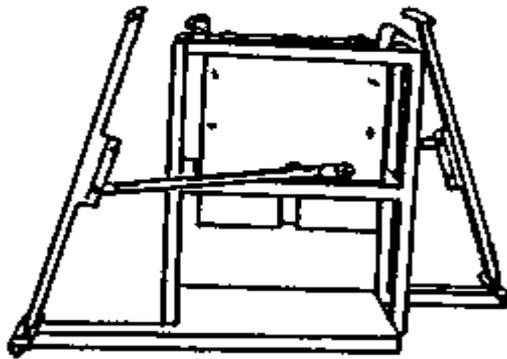


CAPÍTULO VI

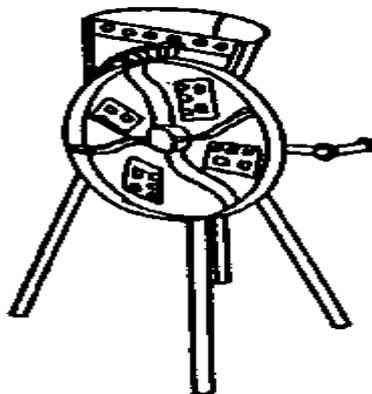
EQUIPOS DE PROCESADO

Existe un catálogo de equipos de procesamiento de productos hortofrutícolas publicado por Intermediate Technology Publications. Incluye máquinas como deshidratadoras, recipientes para almacenaje, molinos manuales y eléctricos, separadores de semillas, limpiadoras, descortezadoras, peladores, extractoras de aceites esenciales, prensas de frutas y cortadores o ralladores de raíces comestibles. Algunos ejemplos se muestran a continuación.

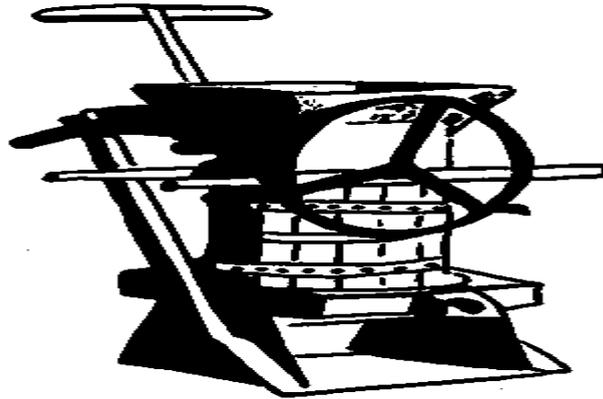
Rallador de yuca



Rebanador de raíces



Prensa manual de fruta



Fuente: 1987. Post-harvest

Operaciones de preparación para el procesado

Algunos productos necesitan un tratamiento de escaldado antes de la congelación secado. Las frutas tales como manzanas, peras, melocotones y albaricoques (chabacanos) se tratan a veces con dióxido de azufre antes del secado. El escaldado (mediante baño de agua hirviendo o con vapor) detiene ciertas reacciones enzimáticas del producto, ayudando así a conservar el color y sabor después del procesado. El tratamiento con dióxido de azufre (mediante incineración de una cucharada de azufre en polvo por cada libra de fruta, o por inmersión de la fruta en una solución al 1% de metabisulfito potásico durante un minuto) ayuda a prevenir el pardeamiento, así como la pérdida de sabor y de vitamina C.

Tiempo de escaldado para algunos productos (se usan 8 litros de agua por kilogramo de producto):

Producto	Tiempo de escaldado (minutos)
Brócoli	3
Judías verdes	3
Repollo (col)	5
Zanahorias	5
Coliflor	3 (añadir 4 cucharillas de sal)
Maíz dulce	7
Berenjena	4 (añadir 1/2 taza de zumo de limón)
Hortalizas de hoja	2
Setas (hongos)	3 a 5
Guisantes (chícharos)	5
Patatas (papas) (nuevas)	4 a 10
Calabaza	hasta consistencia blanda
Calabacín (calabacitas)	3

Fuente: Chioffi, N. and Mead, S. 1991.

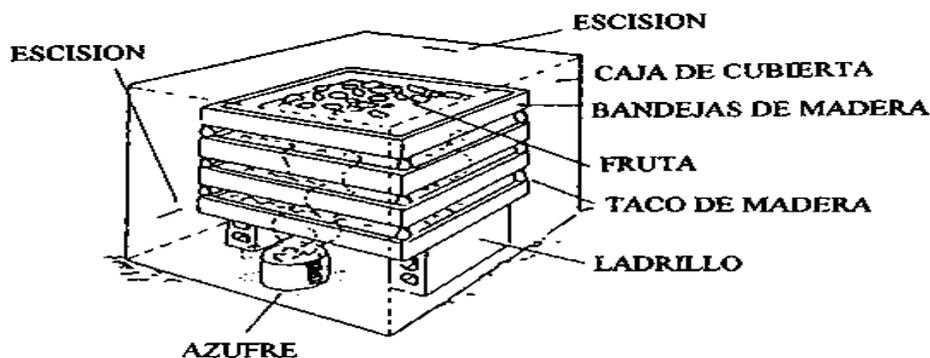
Tiempo de sulfitado para algunas frutas:

Cultivo	Tiempo
Manzanas	45 minutos
Albaricoques (chabacanos)	2 horas
Melocotones (duraznos)	3 horas
Peras	5 horas

Fuente: Miller, M. *et al.* 1981.

Una cámara para el sulfitado de bajo costo puede construirse a partir de una caja grande de cartón a la que se practican escisiones en varios lugares para permitir una ventilación adecuada. Las bandejas de secado son apiladas dentro de la caja usando como espaciadores ladrillos y tacos de madera. Las bandejas deben ser completamente de madera, dado que los vapores de azufre corroen el metal. El montaje completo debe ubicarse al aire libre, preferiblemente sobre suelo raso. Se usa una cucharada de azufre por cada libra de fruta.

El azufre se introduce dentro de un recipiente que ha de situarse retirado de las paredes de la caja, dado que alcanza temperaturas bastante altas. Los bordes inferiores de la caja se cierran con tierra.



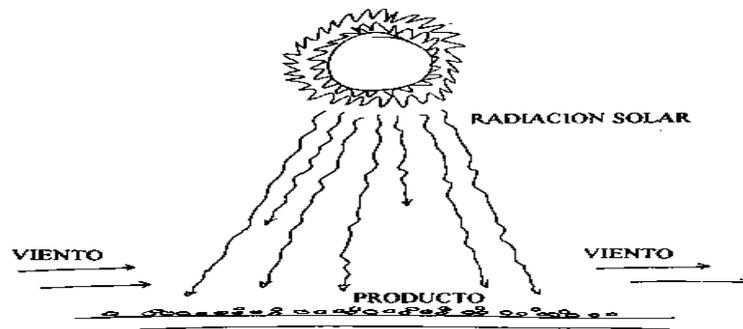
Fuente Miller, M. *et al.* 1981.

CAPÍTULO VII

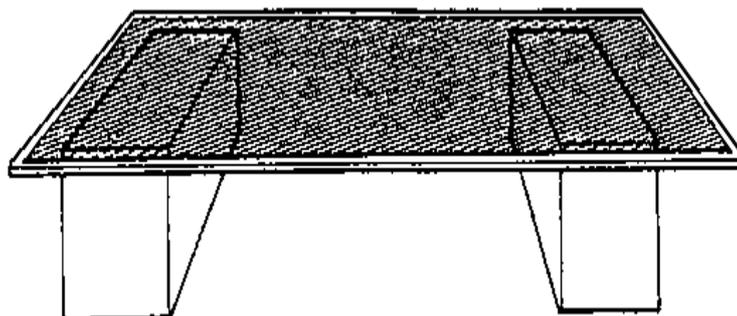
TIPOS DE SECADORES Y EJEMPLOS DE SECADO

Secador solar

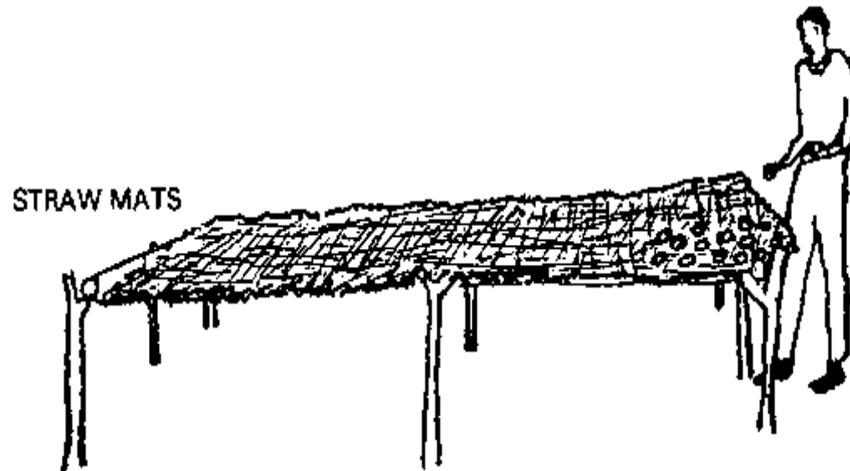
Los productos pueden secarse usando la radiación solar directa o indirecta. El método más simple de secado solar consiste en colocar el producto a secar directamente sobre una superficie negra plana; el sol y el viento secarán la cosecha. Las nueces se secan de forma efectiva usando este método.



Un método sencillo para la construcción de un secador directo es a partir de una malla metálica enmarcada que al colocarse sobre bloques de madera u hormigón permite la circulación de aire por debajo del producto. Por encima del producto se puede colocar una cubierta de tela ligera (de tejido de redcilla por ejemplo) con objeto de protegerlo de insectos y pájaros.



Un modelo sencillo de secador solar puede construirse a partir de un marco de madera cubierto con esteras de malla ancha. La siguiente ilustración representa el secado solar directo de rodajas de tomate fresco sobre esteras de paja. El aire puede pasar por encima y por debajo del producto, acelerando el secado y reduciendo pérdidas debidas a sobrecalentamiento.



Fuente: Kitinoja, L 1992.

Para aumentar la eficiencia del secado se deben usar algunas estructuras capturen la radiación solar. Varios tipos de secadores solares se han desarrollado y se muestran a continuación.

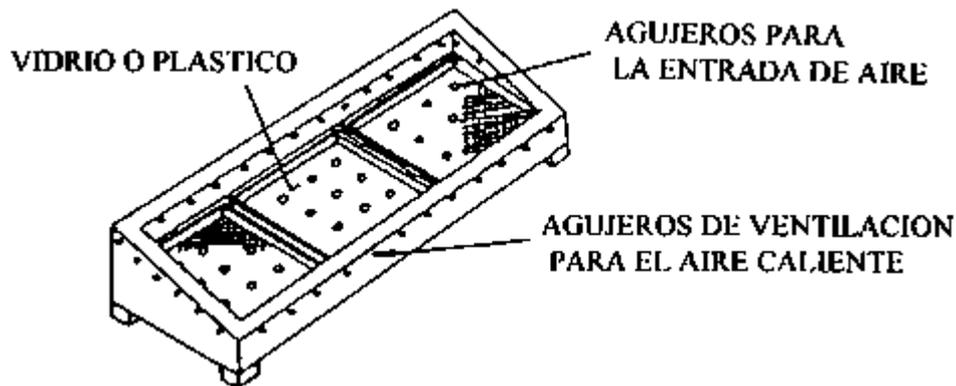
Tipo de Secador	Descripción	Esquema del Modelo Básico
Cabina (Gabinete) directa	La cámara de secado es de vidrio y no usa un colector solar por separado	
Cabina (Gabinete) indirecta	Se usa un colector solar que esta separado de la cámara de secado y que no tiene superficies transparentes	

Modelo combinado	La cámara de secado esta hecha de vidrio parcial o totalmente, y usa un colector solar por separado	
Túnel	Normalmente se usa un armazón metálico con 1 ó 2 capas de plástico vidriado. Generalmente se trata de un secador directo, pero puede ser indirecto si el plástico de la capa más interna es negro	
Túnel bajo	Secador directo semejante al anterior pero se construye más cercano al suelo y normalmente solo contiene una sola capa de producto	
Tienda	Secador solar con un marco recto en lugar de curvado	
Arcón (bin)	Cualquier secador pero nominalmente indirecto, con flujo de aire forzado por convección que puede secar capas profundas (normalmente 300 mm ó más) de producto.	

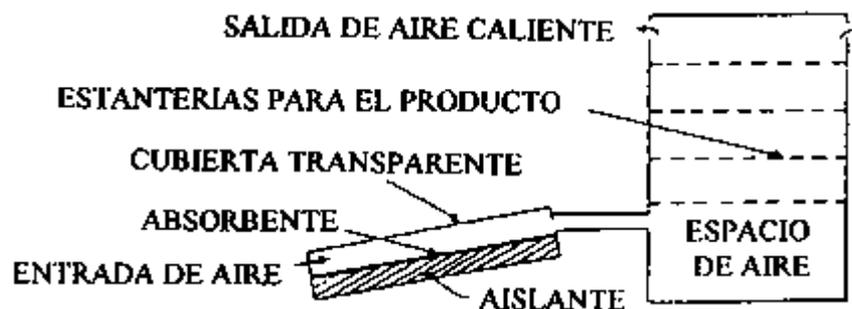
Fuente: Fuller, R.J 1993.

Existen modelos más complejos de secadores solares que los anteriormente descritos. Se construyen con ventanas de vidrio o plástico transparente que cubren el producto proporcionando protección contra insectos. A la vez que captan más calor solar.

Secador solar directo:



Los secadores indirectos se construyen de modo que la radiación solar es recogida por un dispositivo. Este colector solar consiste en una caja poco profunda con interiores pintados de negro y un panel de vidrio en la parte superior. El aire caliente así recogido asciende a través de un recipiente que contiene de cuatro a seis bandejas apiladas en las que se carga el producto a secar.

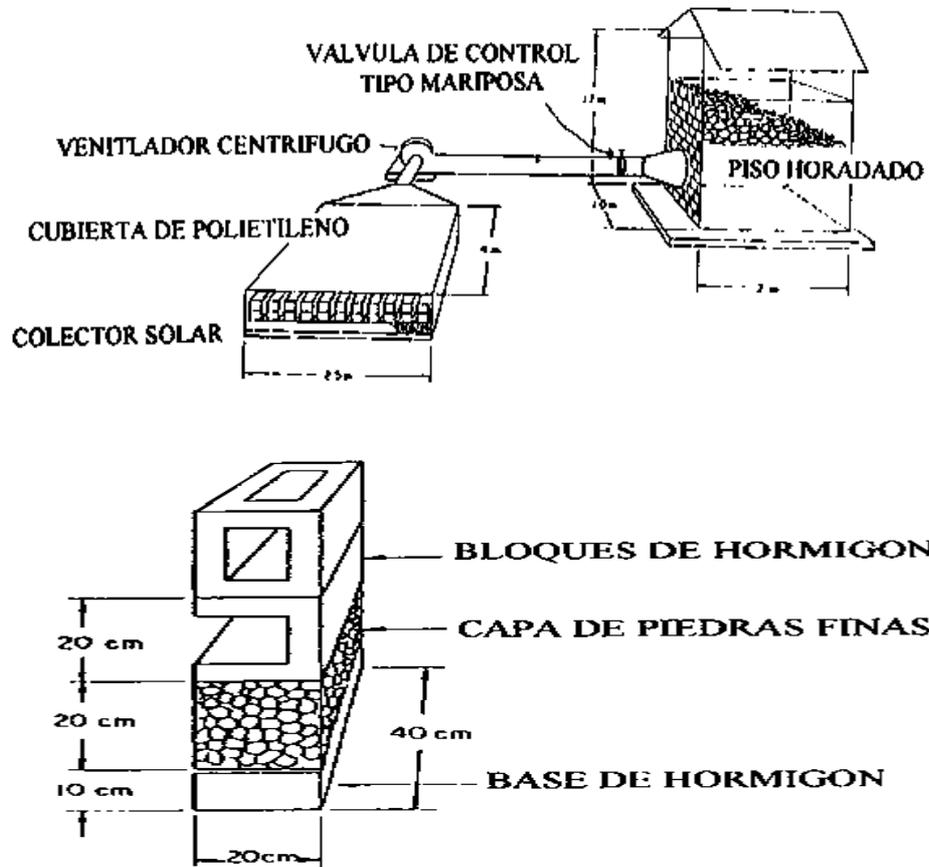


Fuente: Yaciuk, G. 1982.

El secador solar para las hojuelas de yuca (ilustrado más adelante) consta de un colector solar. Un ventilador y una cámara de secado. El colector solar se construye sobre una base de hormigón en la que se coloca una capa de piedras finas y dos capas de bloques de hormigón; todo cubierto con polietileno

El aire calentado dentro del colector se fuerza entonces a través del piso horadado de la cámara de secado. Las paredes de la parte superior de la cámara, por debajo del techo colgante, son de tela metálica para facilitar el movimiento del aire a través del producto.

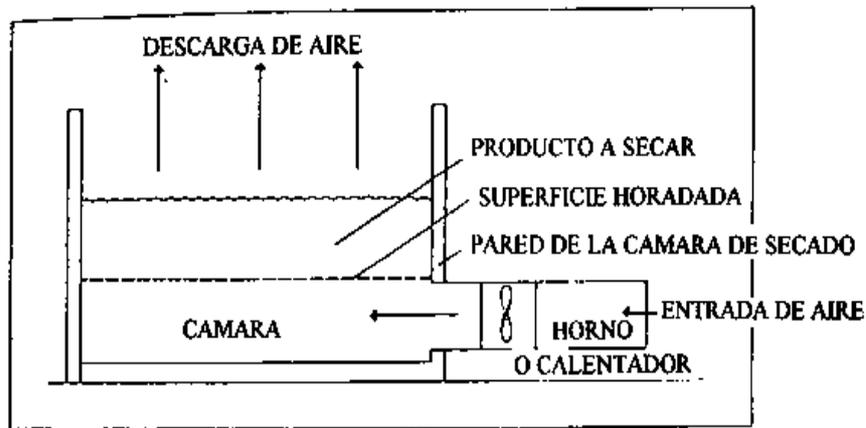
El secador solar



Fuente: Best, R., Alonso, L and Velez, C. 1983.

Secador de aire forzado

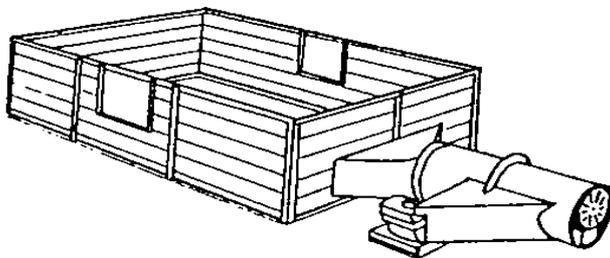
Las nueces pueden secarse rápidamente, en caso de grandes cantidades. Usando un deshidratador que combina un flujo constante de aire con una fuente externa de calor. La base de la cámara en la que se coloca el producto a secar se cubre con una lámina de metal horadada o listones de madera. Entre el horno y la cámara existe un ventilador que impulsa el aire caliente a través del producto.



Fuente: FAO. 1985.

Secador de combustión

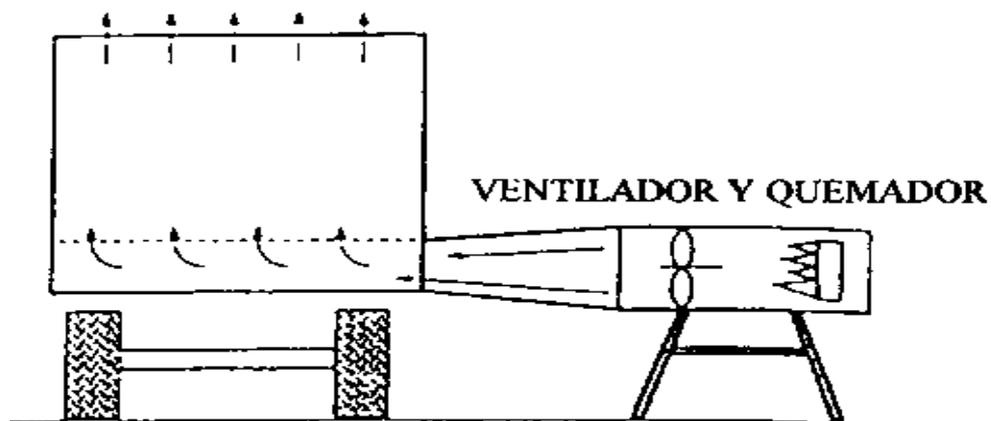
El deshidratador para grandes cantidades cuyo esquema se representa a continuación está construido de madera: consta de un ventilador axial y funciona por combustión de queroseno o diesel. Una gran variedad de deshidratadores de este tipo se fabrican en todo el mundo.



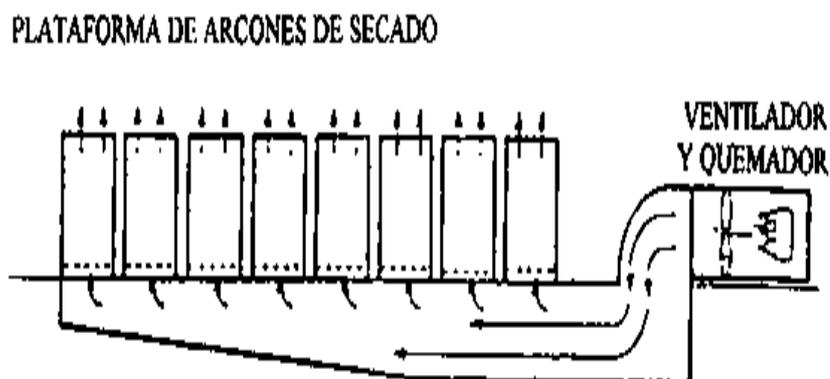
Fuente: Clarke, B. 1987.

Para secar pequeños volúmenes de nueces, normalmente se usan dos tipos de deshidratadores. Un vagón (furgón, carro) con piso horadado que se puede transportar desde el campo conectándose posteriormente al quemador portátil para el secado del lote. El segundo tipo es un deshidratador estacionario, conocido como deshidratador de "arcones múltiples"; esta diseñado para mover aire caliente a lo largo de una cámara situada debajo de una plataforma fija: los arcones individuales de nueces se colocan sobre la plataforma y se secan con el aire caliente que sube por el piso horadado.

Secador tipo Vagón



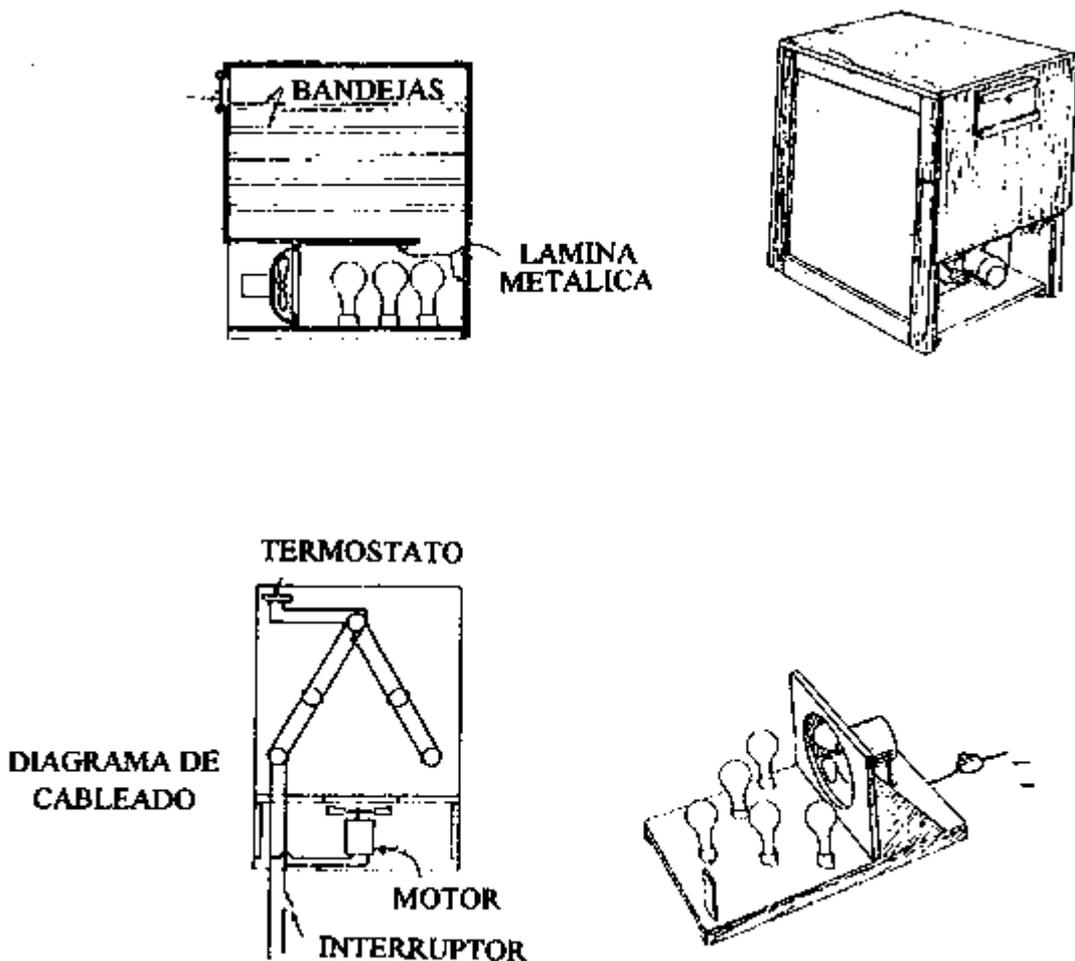
Secador de Arcones Múltiples



Fuente: Kader, A.A. and Thompson, J.F. 1992.

Secador eléctrico

Un secador eléctrico básico puede construirse de madera contrachapada, lámina de metal, un ventilador pequeño, cinco bombillas con soporte de porcelana y tamices metálicos. El secador mostrado a continuación es de aprox. 80 cm. (32 pulgadas) de largo por 53 cm. (21 pulgadas) de ancho y 76 cm (30 pulgadas) de alto. Contiene estantes para cinco bandejas. El ventilador y la lámina de metal que reviste el compartimiento inferior contribuyen a la conducción de calor ascendente a través de la cámara.

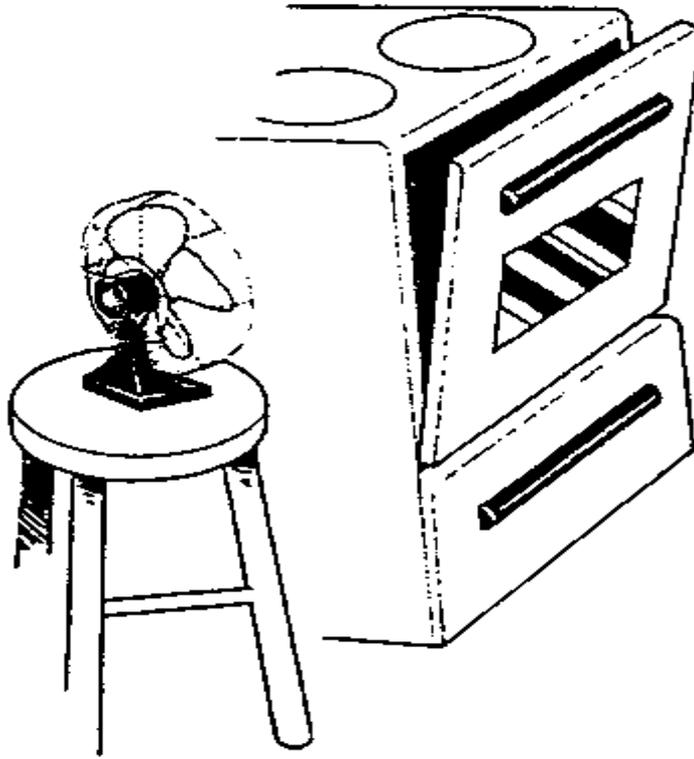


Fuente: Chioffi, N and Mead, G. 1991.

EJEMPLOS DE SECADO

Secado en horno

Las frutas y hortalizas pueden secarse en un horno doméstico, si éste puede operar a temperaturas bajas. El producto preparado se coloca sobre bandejas de hornear o de tamiz metálico. La temperatura del horno se fija a 60 C (140 F) y se deja la puerta entreabierta 5 – 10 cm. El tiempo de secado se puede reducir si se aumenta la ventilación, por ejemplo mediante el uso de un ventilador pequeño colocado fuera del horno.



Fuente: Georgia Cooperative Extension Service 1984.

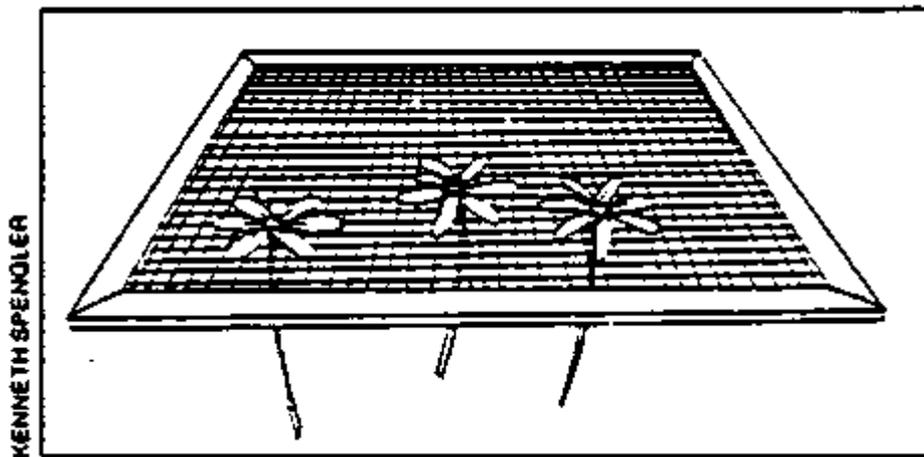
Secado de flores

Las flores pueden secarse al aire colgadas por el tallo, o bien apoyadas sobre un soporte de malla metálica. Ciertas flores tienen un aspecto más natural si se secan verticalmente en un jarrón. Las flores deben secarse con aire seco, y en un área oscura y bien ventilada.

Flores que se secan mejor en posición vertical: siempre viva, definió, espuela de caballero, vainas de okra, etc.

Flores que se secan mejor colgadas del tallo: crisantemo, amaranto, margarita africana lavanda, maravilla, etc.

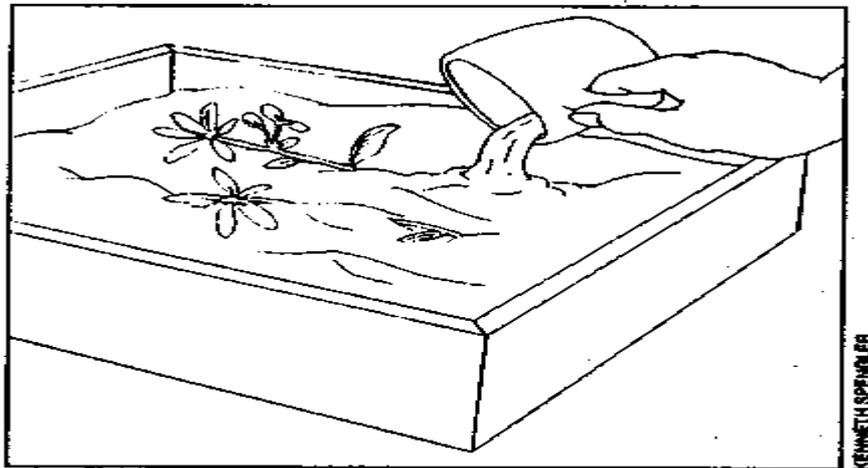
Margaritas africanas secándose sobre una malla metálica



Fuente: Rogers, B.R. 1988.

Secado de flores en la arena

Las flores pueden secarse rápida y fácilmente en arena. La arena usada para secado de flores debe estar limpia y uniforme, siendo mejor cuanto más fina sea la textura. Para empezar se coloca un poco de arena en un recipiente, a continuación se pone la flor sobre la arena y cuidadosamente se termina de cubrir la flor totalmente con más arena. Las flores deben secarse completamente en aproximadamente tres semanas. Las flores que secan bien en la arena son la margarita del Shasta, lirio del valle, cosmos, dalia, clavel de olor, clavel, alhelí, freesia y narciso.



CONCLUSIONES

Después de haber obtenido la información se concluye:

- El secado es considerado como un método práctico para la conservación de alimentos
- Preserva mejor los productos. El secado es rápido.
- El producto final tiene una óptima solubilidad y velocidad de reacción.
- Permite el almacenamiento y transporte económico de grandes cantidades de extracto seco.
- Permite una mejor y más prolongada conservación de productos, evitando su deterioro por reacciones bioquímicas o microbiológicas indeseadas.
- Operación continua, su uso permite lograr una reducción en el costo de mano de obra y por otro lado se aumenta el volumen de producción.
- Granulación uniforme, requerida en muchas industrias.
- Humedad final y densidad volumétrica constante.
- Espacio económico de la instalación y reducción de costos de operación, mediante el uso de secadores, el espacio es minimizado.

Por tanto, es una solución para almacenar en épocas de grandes cosechas, en zonas de bajo consumo y gran producción, para personas que quieran tomar alimentos naturales por la simple adición de agua, como es el caso del secado por atomización de leche evaporada.

BIBLIOGRAFÍA

BRENAN, J.; 1980. Las operaciones de ingeniería de los alimentos. 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza- España.

DELGADO J. 1989. "Ensayos sobre el uso de Microencapsulantes en el Secado por Atomización de concentrado de Maíz Morado (Zea Mays L)" Tesis UNALM.

GALINDO J. 1992. "Ensayo de Secado por Atomización de Clara de Huevo". Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis.

GUEVARA A. 1990. "Obtención de Chirimoya (Annona Cherimoia) en Polvo" Tesis. UNALM

PORTER. 1981. Leche y productos Lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza-España.

ZAPATA. 1978. Evaluación de las amilasas y su efecto en la harina y hojuelas instantáneas de camote. Tesis UNALM. Lima.

DESROSIER, 1966. Conservación de alimentos. Editorial CECSA. México.

D. SOUTHGATE. 1992. Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

MAFART, P. 1994. Ingeniería Industrial Alimentaría. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. Volumen I.

NORMAN W. DESROSIER, 1963. Conservación de alimentos. Editorial Continental S.A DE C.V México.

Anónimo (1 en línea) Fecha de consulta 25 agosto 2006.

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrudes/p3.htm>

Anónimo (2 en línea) Fecha de consulta 5 septiembre 2006.

<http://www.cep.edu.uy/InformacionInstitucional/InspecDivDptos/Dptosy servicios/Tecnologia/Conserva Alimentos/Mod 11/M11 81.pdf#search=%22secado%20 natural%20de%alimentos%22>

Anónimo (3 en línea) Fecha de consulta 13 de septiembre 2006.

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion.htm>

Anónimo (4 en línea) Fecha de consulta 3 de octubre 2006.

http://www.tecnologiarossi.com.ar/l_04.html

Anónimo (5 en línea) Fecha de consulta 12 de octubre 2006.

<http://www.promer.cl/getdoc.php?docid=661#search=%22secado%20natural%20de%20alimentos%22>

Anónimo (6 en línea) Fecha de consulta 19 de octubre 2006.

http://www.imperiorural.com.ar/imperio/INTA/pro_huerta/inta_balcarce_huerta/conservas_index_sanjuan.htm

Anónimo (7 en línea) Fecha de consulta 25 de octubre 2006.

<http://www.canaldefarmacia.com/menusoc.asp?pg=L3NvY2lhbC9hbGltZW50YWNPb24vaW5mb3JtZXMvZGVzZWZhY2lvbi5hc3A>

Anónimo (2 en línea) Fecha de consulta 8 de noviembre 2006.

<http://canales.hoy.es/canalagro/datos/conservas/metodos.htm>

Post-harvest Crop Processing 1987. Some tools for agriculture. Intermediate Technology Publication. London, England. 29 pp.

Miller, M. et al. 1981. Drying Foods at Home. University of California. Division of Agricultural Science, Leaflet 2785.

Chioffi, N. and Mead, S. 1991. Keeping the Harvest. Pownal, Vermont: Storey Publishing.

Kitinoja, L 1992. Consultancy for Africare / USAID on food processing in the Ouadhai, Chad, Central Africa. Extension Systems International, 73 Antelope Street, Woodland, California 95695.

Fuller, R.J 1993. Solar Drying of Horticultural Produce: Present Practice and Future Prospects. *Postharvest News and Information* 4 (5): 131N-126N

Yaciuk, G. 1982. Food Drying: Proceedings of a Workshop held at Edmonton, Alberta, 6-9 July 1981. Ottawa, Ontario: IDRC 104 pp.

Best, R., Alonso, L and Velez, C. 1983. The development of a through circulation polar heated air dryer for cassava chips. 6th Symposium. International Society for Tropical Root Crops (Lima, Peru, Feb. 21-26, 1983).

Clarke, B. 1987. Post-Harvest Crop Processing Some Tools for Agriculture. London, UK: Intermediate Technology Publications.

Kader, A.A. and Thompson, J.F. 1992. In: Kader, A.A. (Ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311.

Chioffi, N and Mead, G. 1991. Keeping the Harvest. Pownal, Vermont: Storey Publishing.

Georgia Cooperative Extension Service 1984. So Easy to Preserve. University of Georgia, Athens, Georgia.

Rogers, B.R. 1988. The Encyclopaedia of Everlastings. New York: Michael Friedman Publishing Group, Inc. 191 pp.