

# MÓDULO II

## “CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS FRUTIHORTÍCOLAS”



## INTRODUCCIÓN

Conservar un alimento significa preservarlo de la acción de agentes físicos, químicos y biológicos, mediante diversos métodos y en un grado tal que permita mantener sus propiedades nutritivas y cualidades organolépticas típicas a lo largo del tiempo.

En el caso específico de Argentina, históricamente desde la década de 1920, en el contexto del modelo de industrialización y sustitución de importaciones (ISI) que se acentuó en los años treinta, tuvo lugar un proceso de diversificación industrial implicando la implementación creciente de métodos y técnicas de procesamiento y conservación de alimentos frutihortícolas. A partir de allí se desarrolla la industria de las conservas de vegetales en Argentina. Esto provocó un importante crecimiento del sector frutihortícola hasta la actualidad, con una mayor diversificación de productos y tecnologías de procesamiento.

## MÉTODOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE PRESERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Para lograr la preservación de frutas y hortalizas se utilizan distintos procesos basados en métodos físicos y químicos. Los métodos físicos son empleados para inhibir, destruir o eliminar microorganismos indeseables sin la necesidad de utilizar aditivos químicos o productos obtenidos del metabolismo de microorganismos. Específicamente, dentro de los métodos físicos empleados en la conservación de productos frutihortícolas se destacan aquellos que basan su principio de acción en la utilización de calor, frío, vacío, irradiación y en la actualidad, con mayor relevancia, diversos tratamientos emergentes no térmicos (**Tabla 1**). Además, una práctica frecuente es la combinación entre tratamientos, mejorando así la conservación del producto, tema que será desarrollado más adelante en este mismo módulo.

**Tabla 1.** Métodos físicos de conservación aplicables en frutas y hortalizas

Métodos físicos de conservación	
<b>Inhibición microbiana</b>	
Baja temperatura	Refrigeración
	Congelación
Desecación	Desecación natural
	Deshidratación
	Liofilización o crio-deshidratación
	Pulverización o secado por aspersión
Concentración	Concentración por calor a presión ambiente
	Concentración por calor y vacío
	Concentración por congelación o crio-congelación
<b>Destrucción microbiana</b>	
Tratamientos térmicos	Pasteurización
	Esterilización
	Escaldado
Tratamientos emergentes	Microondas
	Ultrasonido
	Radio frecuencia
	Radiación por Infrarrojo; ionizante; ultravioleta
	Altas presiones hidrostáticas
	Campos eléctricos pulsantes; magnéticos oscilantes

En cuanto a los métodos químicos de conservación, estos se basan en el aprovechamiento de las propiedades de diversas sustancias químicas. Se pueden dividir en dos grandes grupos, los métodos que sólo conservan los vegetales y los que además de conservar, modifican las propiedades sensoriales de los mismos (**Tabla 2**). Dentro de los métodos que no modifican las propiedades sensoriales se encuentran los conservantes químicos, que son sustancias que presentan algún tipo de actividad antiséptica. Luego, el resto de métodos químicos, incluidos aquellos que se originan a partir de microorganismos, es decir aquellas sustancias químicas de origen biológico, todos modifican las propiedades sensoriales del producto. En este sentido, uno de los métodos ampliamente difundido es el empleo del humo (**ahumado**), técnica que se vale del aprovechamiento de las sustancias químicas presentes en el humo. Es uno de los métodos de conservación más ancestrales, practicado principalmente por los pueblos nórdicos. El humo utilizado se obtiene por combustión lenta e incompleta de maderas duras y a veces se combina con plantas aromáticas como tomillo o laurel, entre otras. Las sustancias generadas, tienen acción bactericida, antifúngica y provocan cambios sobre el flavor y el color del producto ahumado. Algunas de las sustancias que intervienen en este complejo proceso son fenoles, ácido fórmico y acético, melanoidinas y productos de reacción de Maillard.

Otro método aplicado en conservas es la **acidificación**, mediante el uso de ácidos orgánicos, obteniéndose productos como encurtidos, escabeches, marinados y adobos. Mediante una disolución de vinagre (ácido acético) y sal se logra extender la conservación del vegetal, logrando un pH inferior a 4,6, suficiente para generar una condición desfavorable (inhóspita), inhibiendo el crecimiento de la mayor parte de las bacterias típicas (target) de frutas y hortalizas. La **adición de azúcar**, es otro de los métodos químicos utilizados en la conservación de alimentos. Por ejemplo, el glaseado es un método superficial que consiste en el recubrimiento del alimento a conservar mediante una fina película de azúcar; otro uso del azúcar en la conservación es en la fabricación de mermeladas y jaleas, donde el principio de conservación se basa en la presión osmótica generada por el azúcar en el alimento y consecuentemente la reducción de la actividad de agua. Finalmente, otro método es el que se basa en la utilización de las **sustancias generadas por microorganismos**, a estos se los conoce como **métodos biológicos**, específicamente las fermentaciones. Los alimentos fermentados son aquellos cuyo procesamiento involucra el crecimiento y actividad de microorganismos como mohos, bacterias o levaduras. La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones. Algunos ejemplos de fermentaciones deseadas son la **Fermentación acética** (vinagre), **Fermentación alcohólica** (cerveza) y **Fermentación láctica** (yogurt), entre otras.

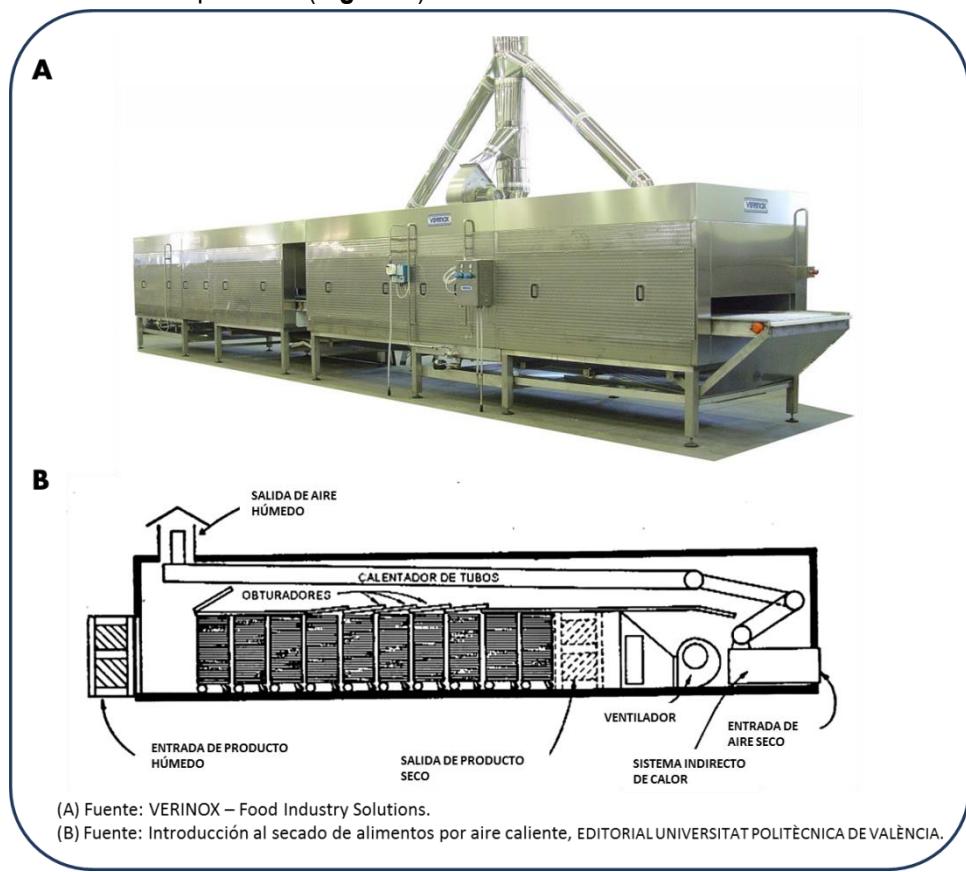
**Tabla 2.** Métodos químicos de conservación aplicables a frutas y hortalizas.

<b>Métodos químicos de conservación</b>	
<b>No modifican las propiedades sensoriales</b>	
Conservantes químicos	Sustancias con actividad antiséptica
<b>Modifican las propiedades sensoriales</b>	
Sustancias del humo	
Ácidos orgánicos	
Adición de azúcar	
Sustancias producidas por microorganismos	Fermentaciones

## TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LA DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. LAS MÁS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA Y EN LOS HOGARES.

Las frutas y hortalizas deshidratadas y/o desecadas son aquellos a los que se les han extraído el agua mediante métodos artificiales o naturales con el fin de disminuir el riesgo de contaminación y aumentar la vida útil.

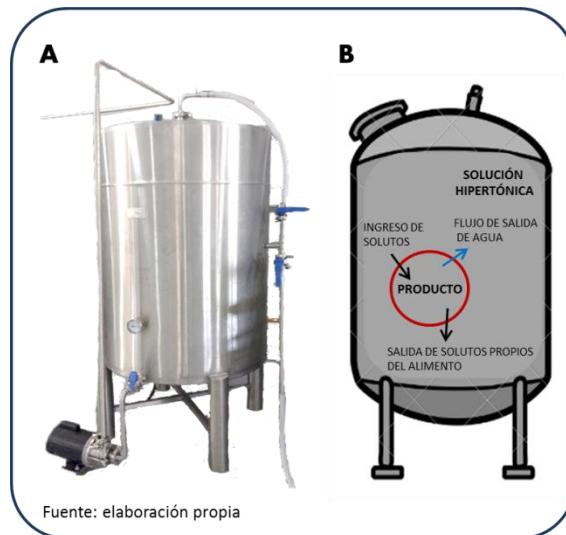
La deshidratación y el desecado natural son los métodos de conservación más utilizados a través de la historia de la humanidad. Si bien el objetivo de ambos es reducir la cantidad de agua del alimento, en este caso del vegetal fresco, lo que los diferencia es el método que se utiliza en cada caso. La deshidratación es la reducción de la cantidad de agua tratando el vegetal por calor generado artificialmente, mediante alguna tecnología específica (aire previamente calentado, superficies calientes, etc.), es decir, de manera artificial o industrial. Mientras que el desecado es la reducción de la cantidad de agua mediante el tratamiento del alimento en condiciones ambientales (sol, viento, etc.), es decir, de manera natural o artesanal. Las tecnologías que permiten la deshidratación de frutas y hortalizas, mayormente empleadas, tanto en la industria como de manera doméstica, son: el horno, la deshidratación osmótica y la radiación. En el caso de los **hornos**, tanto a gas como eléctricos, son ampliamente utilizados, tanto de manera doméstica como en la industria. Además, existen variantes tecnológicas dentro de los hornos tipo industrial. Dentro de las opciones hay hornos que presentan una corriente de aire forzada, que favorece el calentamiento por convección. Esto permite aumentar la eficiencia del proceso de deshidratación y son llamados hornos convectivos. Por otra parte, hay hornos tipo túnel, los cuales son dinámicos y el producto se va moviendo mediante cintas transportadoras o carros rodados dentro del recinto de calentamiento; además este tipo de hornos permite establecer diferentes temperaturas según las distintas regiones del túnel, optimizando el secado de los vegetales, cuidando la calidad del producto (**Figura 1**).



**Figura 1. (A)** Horno tipo Industrial: deshidratador túnel para productos frutihortícolas.  
**(B)** Esquema ilustrativo de las partes que componen el sistema de deshidratación túnel.

Otra tecnología, principalmente de uso doméstico y que se encuentra en auge en la actualidad, con un funcionamiento que se basa en los mismos principios físicos que el de un horno convectivo es la **freidora por aire caliente**, aunque en este módulo podríamos llamarle “deshidratadora por aire caliente”. Este equipamiento presenta una resistencia eléctrica que es la fuente de generación de calor y un ventilador de alta velocidad que provoca la corriente convectiva dentro de la cámara o espacio de calentamiento. Esta tecnología ha mostrado alta eficiencia en lo que concierne a la deshidratación tanto de frutas como de hortalizas.

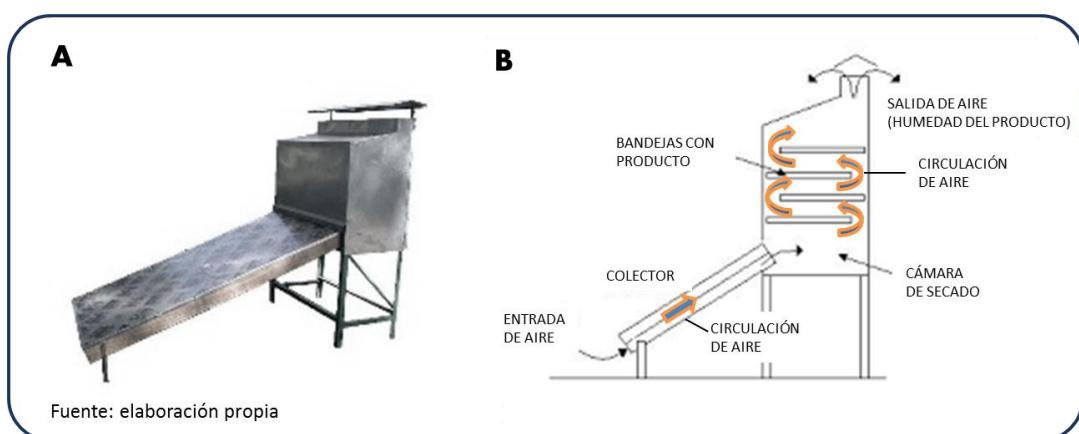
Por otra parte, otra de las tecnologías, utilizada industrialmente es la **deshidratación osmótica**, la misma consiste en un tratamiento no térmico utilizado para reducir el contenido de agua de los alimentos, permitiendo extender la vida útil y mantener características sensoriales, funcionales y nutricionales de las frutas y hortalizas (**Figura 2**). Con esta técnica se logra una deshidratación parcial del vegetal, tanto entero como fraccionado. El método requiere colocar el vegetal en inmersión en soluciones acuosas concentradas en solutos (soluciones hipertónicas) que tienen elevada presión osmótica y baja actividad de agua. Durante este proceso se presentan dos flujos en contracorriente los cuales son el desplazamiento de agua desde el interior del producto frutihortícola hacia la solución concentrada, y el movimiento de solutos desde la solución al interior del mismo. Esta metodología casi no afecta los atributos sensoriales y nutricionales del producto, además requiere un bajo costo energético ya que se realiza a bajas temperaturas, generalmente a temperatura ambiente. En muchos casos se utiliza este método industrialmente como un pre-tratamiento de otras operaciones como la congelación, la liofilización o incluso con otros procesos de deshidratación (microondas, corriente de aire caliente, entre otros); para lograr así mayor estabilidad del producto manteniendo sus características organolépticas.



**Figura 2.** (A) Tanque de acero para procesamiento de alimentos con llaves de carga y descarga.  
(B) Esquema ilustrativo del fenómeno osmótico en la deshidratación de frutas y hortalizas.

Finalmente, otro de los métodos utilizados para la conservación de productos vegetales es el **secadero solar**, que si bien por lo desarrollado anteriormente no es un proceso de deshidratación, el mismo corresponde por definición a un proceso de secado. En este método, la pérdida de humedad en el producto y la calidad final lograda durante el proceso depende de las condiciones ambientales, siendo los factores operativos mayormente climáticos. El procedimiento consiste en colocar la fruta, previamente acondicionada (pelada, seleccionada, preservada químicamente,

etc.), sobre paseras o playas de secado con exposición directa al sol y se combina con estadios de tiempo a la sombra. En cuanto al tamaño de las mismas, depende de la fruta u hortaliza a desecar, un cálculo aproximado indica que se necesita 1 m<sup>2</sup> de superficie cada 15-20 kilos de fruto fresco y acondicionado para el secado. Las playas de secado serán lugares altos, secos, sin riesgo de inundación en caso de lluvia y evitando en la mayor medida posible, la contaminación por vectores como tierra, aves, insectos, entre otros. Sin embargo, otros productos que requieren de mayor cuidado, por la termolabilidad de sus compuestos, se los coloca directamente a la sombra, para evitar la exposición directa a la radiación UV. Otra técnica consiste en colgar los productos expuestos al sol, como se hace por ejemplo con el secado de aromáticas, o bien se disponen los productos a desecar en tendederos, que son estructuras de 60-80 cm de altura, sobre las cuales se colocan bandejas de madera, bandejas plásticas, esteras de caña o mallas antigranizo. El proceso de secado al sol demanda, en término medio, de 7 a 14 días y se completa con un secado ‘a la sombra’ más extenso. El producto termina de estabilizar su contenido de humedad y de uniformizar su distribución, dependiendo la fruta o la hortaliza, entre 20 y 40 días. Existe también lo que se denomina secadero solar indirecto (**Figura 3**), el cual consta de dos elementos básicos que lo constituye: el colector, donde la radiación calienta el aire, y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa a través del producto. En este tipo de secador solar, el colector y la cámara de secado están separados. El aire se calienta en el colector y la radiación solar no incide sobre los vegetales colocados en la cámara de secado. Por su forma y dimensiones generalmente necesitan del apoyo de un sistema de ventilación que garantice la adecuada circulación y renovación del aire en su interior.



**Figura 3.** (A) Secadero solar indirecto. (B) Esquema ilustrativo del fenómeno de secado solar de frutas y hortalizas.

### FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CONSERVACIÓN DE VEGETALES

Como se ha comentado en secciones anteriores, los vegetales son altamente perecederos. Para prolongar su vida útil y garantizar productos de calidad, es posible emplear una combinación de diversas técnicas de preservación, lo que se denomina “**Teoría de las barreras**”, cada tratamiento que se le aplique a las frutas y/o hortalizas actúa como una barrera frente a microorganismos, reacciones enzimáticas, cambios en la humedad, etc; estos obstáculos tienen un efecto sinérgico o al menos aditivo que es mayor al efecto individual y a la vez, permiten aplicar un tratamiento más suave lo que conserva más la calidad. Combinando barreras, se puede **lograr una buena preservación y los alimentos permanecen estables y seguros** incluso sin refrigeración, manteniendo un valor nutritivo y sensorial elevado. Durante el secado y deshidratado de vegetales, las barreras más habituales (**Figura 4**) son: la aplicación de un **tratamiento térmico**, el empleo

de **ácidos o conservantes**, el control del **pH** y la **humedad**, lo que permite obtener alimentos más estables en el tiempo. No hay que olvidar que algunos vegetales contienen en su composición sustancias antimicrobianas y compuestos antioxidantes que contribuyen a su conservación natural y al disminuir el contenido de agua se concentran. A continuación, abordaremos como impactan cada uno de estos factores en la conservación de frutas y hortalizas.

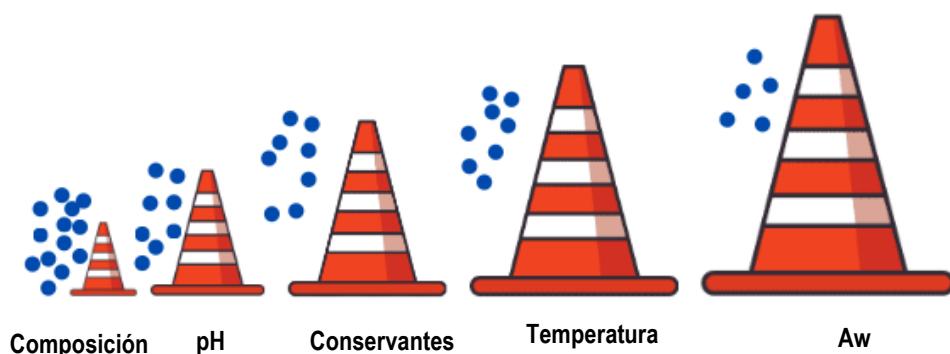
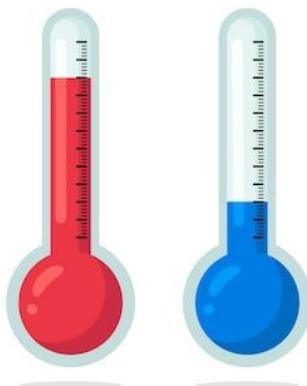


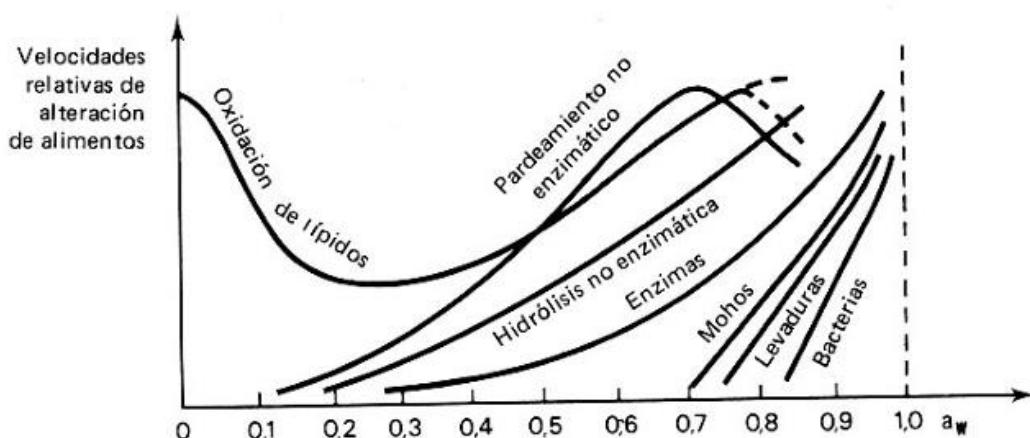
Figura 4. Tecnología de barreras aplicada a vegetales deshidratados o desecados.

→ **Temperatura:** Es un factor fundamental en la preservación de los vegetales, tiene impacto desde el cultivo hasta el almacenamiento del producto. Existe una zona de temperatura comprendida entre **5-60 °C** que se denomina “**Zona de peligro**” ya que el metabolismo microbiano está muy activo y muchas enzimas contribuyen sobre los procesos de descomposición; es por esto que hay que mantener los productos fuera de esta zona. Es por ello que técnicas de preservación como la congelación o refrigeración permiten almacenar productos a temperaturas menores a 5°C, mejorando así su conservación, disminuyendo la tasa de respiratoria, la pérdida de agua y los cambios metabólicos no deseados, además del desarrollo microbiano. Sin embargo, es importante destacar que durante el almacenamiento hay vegetales que no soportan las bajas temperaturas, por lo que será importante evaluar esto previamente, sobre todo en la etapa de almacenamiento de la materia prima, para evitar un deterioro en la calidad que luego impactará en la calidad final del producto. Por ejemplo, los frutos tropicales o subtropicales (banana, cítricos, ananá, pepino, tomate, morrón, calabaza) no deben almacenarse a temperaturas menores a 10°C, ya que esto genera una respiración anormal del fruto provocando que el mismo sufra daños fisiológicos en superficie, cambie de color y se modifique su textura.



Por otra parte, la elevación de temperatura, por encima de **60°C**, contribuye a inactivar enzimas y destruir microorganismos, que es objetivo en tratamientos como el escaldado. En el secado y la deshidratación, se trabaja a temperaturas, generalmente, mayores a 60°C, esto además de trabajar en una “**zona segura**” permite quitar agua de los tejidos vegetales.

→ **Composición y contenido de humedad:** Al igual que los humanos, los microorganismos requieren de nutrientes y agua para llevar a cabo sus procesos metabólicos, los vegetales son fuente de nutrientes y contienen alta disponibilidad de agua, es por esto que son fácilmente alterables. En este sentido y como se indicó anteriormente, un parámetro importante es la **actividad de agua (Aw)** que indica la **disponibilidad** de la misma en un sistema, en este caso los vegetales. La escala va de 0 a 1 y valores alrededor de 0,6 se considera que el sistema permanece estable ya que minimiza los procesos de descomposición (**Figura 5**). Sin embargo, es importante tener en cuenta que valores de Aw comprendidos entre 0,3-0,5 pueden llevar a la pérdida de crujencia del producto, apelmazamiento y colapso.



**Figura 5.** Velocidad de alteración de los alimentos en función de la actividad de agua.

Fuente: Gascón et al. (2013)

Cuando se deshidratan o secan los alimentos hay una reducción significativa del agua y una concentración de los nutrientes presentes en los vegetales creando un ambiente poco favorable ya que el metabolismo microbiano se ve reducido por no poseer disponibilidad de agua y disminuye el transporte de nutrientes; lo mismo ocurre con las enzimas donde los sustratos se ven inmovilizados, también pueden ocurrir cambios en la estructura de la enzima. Inevitablemente, al quitar agua los demás componentes se van concentrando y esto se traduce en un aumento de la presión osmótica creando así un ambiente hostil para los microorganismos ya que puede provocar su deshidratación celular por osmosis, inhibiendo su crecimiento y supervivencia. Es por esto que se logra la estabilidad de los vegetales tras la deshidratación o secado de vegetales.

- **Conservantes:** Son productos químicos naturales o artificiales que pueden cumplir distintas funciones como inhibición de crecimiento microbiano, evitar oxidación, acidificar el medio, inhibición enzimática, etc. El agregado puede ser antes del proceso de deshidratación o secado como por ejemplo el ácido cítrico o metabisulfito de sodio para prevenir el pardeamiento enzimático en frutas o el agregado de sorbato de potasio en el secado de tomates, para crear un ambiente poco propicio para el metabolismo microbiano.
- **pH:** Es una medida de la acidez o alcalinidad de un medio y tiene un efecto significativo en la preservación de frutas y hortalizas. Un pH ácido (<7) crea un ambiente inhóspito para la mayoría de los microorganismos patógenos y alterantes. Muchas enzimas, como la polifenol oxidasa, se ven afectadas a pH ácidos. Sin embargo, no hay que descuidar

que este parámetro también puede impactar en otros parámetros de calidad como la textura, color, sabor. También puede influir en la estabilidad de los conservantes, en el caso que se empleasen.

Hay que tener en cuenta que las hortalizas tienen un pH más elevado y, por lo tanto, son más susceptibles a las alteraciones microbianas.

La integración de múltiples barreras puede garantizar la calidad y seguridad de los productos deshidratados o desecados por períodos prolongados, sin embargo, es necesario tener bien definido cual es el objetivo para poder determinar que combinación resulta más adecuada según el vegetal a tratar y el producto final al que se quiera llegar.

### PRE-TRATAMIENTOS NECESARIOS PARA LA DESHIDRATACIÓN

El deshidratado o secado de los vegetales requiere algunos tratamientos previos a la operación, como así también una vez finalizados. En todos los casos es de suma importancia tener una buena manipulación de los vegetales para garantizar la inocuidad de los alimentos, siendo necesario tener presente las cinco claves de la inocuidad: mantener la limpieza, mantener separados los alimentos crudos de los cocidos, alcanzar la temperatura necesaria del tratamiento, mantener los alimentos a una temperatura segura, usar agua y materia prima seguras.

Previo a la deshidratación o secado es necesario realizar una serie de tratamientos para obtener una buena calidad del producto final y facilitar el proceso. En general, tanto frutas como hortalizas comparten varias de estas operaciones, pero también existen algunas diferencias particulares de cada una. De manera general, los pretratamientos a realizar son:

- 1- **Obtención de la materia prima:** Se puede deshidratar cualquier fruta u hortaliza. Generalmente se deshidratan aquellas que tienen una corta vida útil o los excedentes de producción primaria, los más comunes son: Ciruelas, uvas, damascos, duraznos, peras, manzanas, higos, ananá, arándanos, cerezas, bananas, kiwis, frutillas, cebollas, tomates, zanahoria, zapallo, ajos, espinaca, puerro, pimientos, perejil, orégano, albahaca, repollo, zapallitos, acelga, entre otros.

Los vegetales deben estar maduros, firmes, sanos y de color uniforme. Cualquier desperfecto que observemos inicialmente se va a potenciar en el producto final. Tanto en frutas como en hortalizas, es importante apartar aquellas que presentan zonas con podredumbres o crecimiento de moho en la superficie.

- 2- **Lavado:** Una vez inspeccionada y seleccionada la materia prima, se debe lavar con agua potable para eliminar los restos de materia orgánica, suciedad y microorganismos que tenga adherida a la superficie. En el caso de querer aumentar la severidad del tratamiento, sobre todo aconsejable para hortalizas, se puede lavar con agua inicialmente y luego complementar con un lavado con agua clorada (leer recomendaciones del productor de lavandina), seguidamente un enjuague con agua. Tras el proceso de lavado es necesario escurrir, contar con una centrífuga de verduras facilita la operación.
- 3- **Procesado:** El procesado que se realice dependerá de la fruta u hortaliza y del producto final al que se quiera llegar.

Hay que definir si se quiere trabajar con fruta u hortaliza pelada o con cáscara, entera o fraccionada, descarozada, en algunos casos es necesario la eliminación del pedúnculo. Es importante tener en cuenta que una mayor superficie expuesta genera un secado más rápido, por lo que el corte puede resultar un procesamiento beneficioso desde este punto de vista. En general,

se pelan aquellas frutas y hortalizas que presentan cáscaras o piel muy duras o ásperas. El pelado puede realizarse en forma manual, mecánica, física o química.

En el caso que las frutas se sequen completas y con cáscara, como el caso de la uva o la ciruela, resulta necesario hacer una inmersión por 1-2 min en agua hirviendo para aumentar la permeabilidad de la piel ya que sobre la cáscara de las frutas existen ceras naturales que retardan la deshidratación, seguidamente enfriar rápidamente para evitar que el fruto adopte características de fruta en compota.

Las células vegetales, como se mencionó en el primer módulo, contienen compuestos fenólicos en algunos compartimentos y en otros hay presencias de enzimas como la polifenol oxidasa; al cortar los vegetales esta enzima entra en contacto con los compuestos fenólicos, lo que conduce a generar compuestos coloreados, que pueden afectar la calidad del producto final. Para evitar esto se puede realizar un baño con ácido cítrico y azúcar o un tratamiento con meta bisulfito de sodio (**Anexo**), esto genera un ambiente poco propicio para la acción de la enzima y por ende se evita o minimiza la reacción.

En cuanto a las hortalizas, excepto ajo o cebolla, se realiza un proceso de escaldado, también denominado blanqueo. Consiste en un tratamiento térmico para inactivar enzimas que en el caso contrario alterarían el color, sabor y textura durante la deshidratación o almacenamiento, este tratamiento mata el tejido vegetal; también permite agilizar el tiempo de deshidratado. A nivel hogareño, se puede realizar colocando 3 litros de agua hirviendo por cada kg de hortaliza que se vaya a escaldar (el recipiente a utilizar debe ser de al menos 5 L). La hortaliza se coloca en un canasto metálico (**Figura 6**) o una bolsa de red de plástico para uso alimentario y se sumerge en agua hirviendo, durante un determinado tiempo (**Tabla 3**) transcurrido el mismo se retira y se enfría inmediatamente con agua potable, finalmente se la debe escurrir.

**Tabla 3.** Parámetros de tiempo y temperatura de escaldado según el tipo de vegetal

Vegetal	Parámetros
Tomate	30 s- 1 min a 100 °C
Ciruela	30-50 s a 100 °C
Cereza	1 min a 100 °C
Uva	30 s a 80-90°C + 0,6% carbonato de potasio
Espinaca	3-4 min a 85-100 °C
Zanahoria	5-10 min a 100-90 °C
Zapallo	2 min a 100 °C
Pimiento	2 min a 100 °C

Por otro lado, a las hojas verdes se le puede retirar el pedúnculo, según lo que uno busque como producto final. Tener en cuenta que realizar cortes agresivos puede generar ennegrecimiento de las hojas.



**Figura 6.** Escaldado de acelga. A: Inmersión en agua hirviendo; B: Enfriamiento

Es importante tener en cuenta que todo procesamiento previo debe realizarse sólo cuando se tiene preparado el proceso para completar el secado/deshidratado del producto, no es recomendado anticiparse demasiado ya que la materia prima puede sufrir una rápida degradación.

Una vez realizado todo el procesamiento previo (**Figura 7**) según cada fruta y hortaliza, se procede a la deshidratación/secado propiamente dicho. Es importante que los vegetales estén espaciados y no solapados para que la eliminación del agua sea uniforme. En una sola capa, uno al lado del otro.



**Figura 7.** Pretratamientos generales para la deshidratación/secado de frutas y hortalizas.

## ANEXO

### A) Pretratamiento con ácido cítrico y azúcar

Preparar una solución que contenga 100 g de azúcar y 30 g de ácido cítrico por litro de agua a 50°C. Sumergir la materia prima en la solución durante 10 minutos y escurrirlo bien al ambiente.

Para el caso de la manzana se recomienda sumergir durante 3 horas en una solución (a temperatura ambiente) de sacarosa a 50°Brix (1 kg de azúcar común de mesa en 1L de agua potable) y 20 ml de jugo de limón (0,05%). En la **Figura 8** podemos observar la diferencia de aplicar el pretratamiento, en cuanto al pardeamiento enzimático. Es importante destacar que los cambios observados son principalmente visuales ya que los cambios nutricionales son despreciables. Al final es necesario enjuagar para evitar que el fruto se pegue a las bandejas.



Figura 8. Pardeamiento enzimático en manzanas sin pretratar y pretratadas

### B) Sulfitado

Consiste en la inmersión del producto en una solución acuosa de metabisulfito de sodio o potasio a razón de 5 a 10 g/L de agua durante 5 a 10 min a temperatura ambiente. Se deben usar recipientes no sensibles a corrosión (acero inoxidable, vidrio, plástico). En la **Tabla 4** se detallan los principales parámetros según el vegetal.

Tabla 4. Parámetros de sulfitado según el tipo de vegetal

Vegetal	Parámetros	Composición solución
Cereza	Sumergir en una solución de metabisulfito de sodio al 5 % por 3 min.	250 g Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en 4,75 L de agua
Damasco Uva	Sumergir en una solución de metabisulfito de sodio al 10% por 5-10 min.	1 kg de metabisulfito de sodio en 9 L de agua
Tomate	Inmersión de las mitades de tomate en una solución de 5% de metabisulfito de sodio durante 5 min.	500g de metabisulfito de sodio en 9,5 L de agua
Cebolla	Inmersión en una solución al 0,3-0,7% de metabisulfito de sodio	0,3%: 30 g de metabisulfito de sodio en 970 mL de agua. 0,7%: 70 g de metabisulfito de sodio en 930 mL

Las soluciones preparadas de metabisulfito de sodio pueden utilizarse 2-3 veces en un mismo día, pero no se debe utilizar en diferentes días de producción ya que pierde su efectividad y se puede transformar en un foco de contaminación.

**C) Sorbitado de tomates**

Durante el secado los tomates son propensos al ataque de hongos y levaduras ya que poseen una gran cantidad de agua y el proceso es lento. Para evitar estas alteraciones se aplica sorbato de potasio al 3% (30 g de sorbato de potasio en 970 mL de agua). Se puede agregar por aspersión o bien una inmersión en una solución 2,5% sorbato de potasio (25 g de sorbato de potasio en 975 mL de agua) por 5 min.

En cuanto al empleo de sorbato de potasio, el Código Alimentario Argentino establece que no deben excederse las 100 ppm de contenido residual en el producto final. Se utiliza como preservante para evitar el desarrollo de hongos y levaduras.



**Dr. Ing. Emílano Badín - Ing. Tomás Gill**

