



**CONSERVACIÓN  
DE FRUTAS Y HORTALIZAS  
MEDIANTE TECNOLOGÍAS  
COMBINADAS**

**MANUAL DE CAPACITACIÓN**



CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS  
MEDIANTE TECNOLOGÍAS COMBINADAS

MANUAL DE CAPACITACIÓN

*por*

Stella Maris Alzamora  
Sandra Norma Guerrero  
Andrea Bibiana Nieto  
Susana Leontina Vidales

*revisión y edición*

Danilo J. Mejía L. (Ph.D), Oficial, AGST

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Jefe del Servicio de Gestión de las Publicaciones de la Dirección de Información de la FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia, o por correo electrónico a [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)

© FAO, 2004

Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria (AGST)  
Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura (AGS)  
FAO

## Índice

PRÓLOGO .....	1
A. FUNDAMENTOS .....	2
1. Introducción .....	2
2. ¿Qué es la tecnología de barreras u obstáculos? .....	3
3. Aplicaciones .....	5
4. Criterios para seleccionar los factores de conservación a combinar en el desarrollo de productos frutícolas .....	7
4.1 Microorganismos asociados a frutas .....	8
4.2 Reacciones físico-químicas de deterioro .....	9
4.3 Infraestructura de elaboración y almacenamiento disponible .....	9
4.4 Propiedades sensoriales, vida útil y requerimientos de envasado de los productos .....	9
5. Principales técnicas para reducir la disponibilidad de agua y/o introducir aditivos .....	11
6. Barreras utilizadas en el desarrollo de productos frutícolas autoestables .....	12
6.1 Escaldado .....	12
6.2 Humectantes .....	12
6.3 Antimicrobianos .....	13
6.4 Acidulantes .....	15
7. Diagramas de flujo para la producción de frutas autoestables de alta humedad y de humedad intermedia conservadas por tecnologías de barreras .....	15
7.1 Productos frutícolas de alta humedad .....	18
7.2 Productos frutícolas de humedad intermedia .....	18
8. Cálculos necesarios para preparar frutas de alta humedad y de humedad intermedia autoestables .....	19

<b>B. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN EN FRUTAS . . . . .</b>	<b>25</b>
1. CONSERVACIÓN DE FRESAS . . . . .	25
Diagramas de producción para tres técnicas de conservación:	
• Fresas enteras autoestables de alta humedad . . . . .	30
• Puré de fresas autoestable . . . . .	32
• Fresas enteras de humedad intermedia . . . . .	34
2. CONSERVACIÓN DE ANANÁS . . . . .	37
Diagramas de producción para cuatro técnicas de conservación:	
• Ananás (entero o en rodajas) autoestable de alta humedad elaborado por infusión húmeda . . . . .	41
• Ananás (entero o en rodajas) autoestable de alta humedad elaborado por infusión seca . . . . .	44
• Puré de ananá autoestable . . . . .	46
• Ananá de humedad intermedia . . . . .	48
3. CONSERVACIÓN DE DURAZNOS . . . . .	51
Diagramas de producción para cuatro técnicas de conservación:	
• Durazno (en mitades) autoestable de alta humedad elaborado por infusión húmeda . . . . .	54
• Durazno (en mitades) autoestable de alta humedad elaborado por infusión seca . . . . .	57
• Puré de durazno autoestable . . . . .	59
• Durazno de humedad intermedia . . . . .	61

C. RECOMENDACIONES .....	65
D. MATERIALES Y EQUIPOS DE PROCESAMIENTO .....	67
E. BIBLIOGRAFÍA .....	69

## PRÓLOGO

Las pérdidas postcosecha exceden el 30 por ciento en muchos países en desarrollo. La mayoría de las mismas se debe a la falta de infraestructura o a una infraestructura inadecuada para el manipuleo, almacenamiento y elaboración eficiente de la producción agrícola. También contribuyen a estas pérdidas el alto costo de las tecnologías de procesamiento y la falta de información o de un apropiado conocimiento técnico de los procesos. Este manual se ha diseñado con un enfoque práctico para promover la conservación de frutas y hortalizas, añadiendo valor y minimizando las pérdidas en el procesamiento.

Las tecnologías combinadas (también conocidas como «tecnologías de barreras u obstáculos») para la conservación de frutas y hortalizas no requieren el uso de equipo, materiales y procedimientos sofisticados y son relativamente simples comparadas con las tecnologías tradicionales, tales como la refrigeración, de alto costo y no siempre disponible y/o accesible a los productores rurales. Las tecnologías combinadas pueden ser vistas como técnicas de conservación intermediarias que permiten la reutilización posterior de frutas u hortalizas semiprocados por métodos de procesamiento convencionales para producir jugos, mermeladas, dulces, néctares y otros productos.

El manual está dividido en cinco secciones: la Sección A trata los fundamentos de las tecnologías combinadas; la Sección B brinda ejemplos prácticos de las tecnologías aplicadas a tres frutas representativas de las regiones subtropical y templada (fresa, ananá y durazno) con fotos secuenciales que explican el uso de estas tecnologías para cada fruta; la Sección C provee recomendaciones para optimizar

el uso de estas tecnologías; la Sección D contiene los materiales y equipos de procesamiento requeridos para la aplicación de las tecnologías, y la Sección E contiene las referencias.

Las tecnologías combinadas que se describen en el texto están basadas en las contribuciones de diferentes autores, principalmente latinoamericanos. Si bien esta edición contiene tres frutas representativas, se espera en el futuro aumentar el número de frutas consideradas.

Este manual ha sido diseñado en una forma comprensiva y práctica. Está dirigido, entre otros, a productores, comerciantes, procesadores, agentes de extensión y practicantes de desarrollo rural.

Servicio de Tecnologías de Ingeniería  
Agrícola y Alimentaria (AGST)  
Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura  
(AGS)

## A. FUNDAMENTOS

### 1. Introducción

El importante valor nutricional y económico de las frutas y de las hortalizas frescos es bien conocido. Las frutas y las hortalizas son los mejores transportadores de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y otras sustancias bioactivas. Además proveen de carbohidratos, proteínas y calorías. Estos efectos nutricionales y promotores de la salud mejoran el bienestar humano y reducen el riesgo de varias enfermedades. Por ello las frutas y las hortalizas son importantes para nuestra nutrición, sugiriéndose una ingesta de cinco porciones por día.

2

Las frutas y las hortalizas son productos altamente perecederos. Comúnmente, hasta un 23 por ciento de las frutas y las hortalizas más perecederos se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 40-50 por ciento en las regiones tropicales y subtropicales (FAO, 1995 a,b). Las pérdidas también ocurren durante la vida útil y la preparación en el hogar y en los servicios de comida. Más aún, en muchos países en desarrollo la producción de productos frutihortícolas para el mercado local o la exportación es limitada debido a la falta de maquinaria y de infraestructura. La reducción de las altas pérdidas de frutas y hortalizas requiere la adopción de varias medidas durante la cosecha, el manipuleo, el almacenamiento, el envasado y el procesamiento de frutas y hortalizas frescos para obtener productos adecuados con mejores propiedades de almacenamiento.

Este manual ilustrado explica con gran detalle técnicas muy sencillas y de bajo costo para obtener productos frutícolas de alta humedad (FAH) y productos frutícolas de humedad intermedia (FHI) estables a temperatura ambiente. Fresas, durazno y ananá se conservan enteros, en rodajas y/o como puré mediante la aplicación de factores de conservación en combinación (tecnología de obstáculos o barreras).

Estas técnicas de conservación presentan las siguientes características:

- son energéticamente eficientes (independientes de la cadena de frío);
- no requieren equipo sofisticado;
- son adecuadas para efectuar el procesamiento en los lugares de cosecha;
- conservan los atributos de frescura de la materia prima (en el caso de las FAH) u obtienen materiales procesados con atributos (por ejemplo color, sabor, aroma, textura y nutrientes) de alta calidad (en el caso de las FHI);
- ayudan a superar los picos estacionales de producción;
- ayudan a reducir las pérdidas postcosecha.

Este manual técnico tiene como objetivo ayudar a capacitadores y agentes de extensión en su trabajo educacional con pequeños productores y procesadores de frutas en áreas rurales. La aplicación de estas técnicas no requiere equipo ni materiales onerosos ni un conocimiento específico, pudiendo actuar como reguladoras de la producción primaria. Por lo tanto, su aplicación puede tener un importante impacto económico-social en las regiones productoras de los países en desarrollo.



## 2. ¿Qué es la tecnología de barreras u obstáculos?

Las técnicas de conservación se aplican para controlar el deterioro de la calidad de los alimentos. Este deterioro puede ser causado por microorganismos y/o por una variedad de reacciones físico-químicas que ocurren después de la cosecha. Sin embargo, la prioridad de cualquier proceso de conservación es minimizar la probabilidad de ocurrencia y de crecimiento de microorganismos deteriorativos y patógenos. Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (por ejemplo a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Ejemplos de tales factores son la acidez (por ejemplo bajo pH), la limitación del agua disponible para el crecimiento (por ejemplo reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes. Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismos para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. Estos mecanismos, denominados «mecanismos homeostáticos», actúan para mantener relativamente sin cambio los parámetros y las actividades fisiológicas claves de los microorganismos, aún cuando el medio que rodea a la célula se haya modificado y sea diferente (Leistner y Gould, 2002). Para ser efectivos, los factores de conservación deben superar la resistencia microbiana homeostática.

En el caso de microorganismos vegetativos, los mecanismos homeostáticos son energético-dependientes, pues la célula debe consumir energía para resistir a los factores de estrés, por ejemplo, para reparar los componentes dañados, sintetizar nuevos

componentes celulares, etc. En el caso de las esporas, los mecanismos homeostáticos no consumen energía, ya que los mismos están incluidos en la estructura de la célula aún antes de que ésta sea expuesta a los estreses ambientales.

Los factores más importantes que controlan la velocidad de los cambios deteriorativos y la proliferación de los microorganismos en los alimentos son la disponibilidad de agua, el pH y la temperatura. A continuación, se considera brevemente cuál es la respuesta de los microorganismos a estos factores de estrés.

La estabilidad microbiológica de alimentos con contenido de agua reducido no es una función de su contenido de agua total sino de la proporción de agua que está disponible para las actividades metabólicas de los organismos. La mejor medida de la humedad disponible es la actividad de agua,  $a_w$  (por ejemplo la relación entre la presión de vapor de la solución o del alimento ( $p$ ) y la presión de vapor del agua pura ( $p_0$ ) a la misma temperatura,  $p/p_0$ ). La  $a_w$  óptima para el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos está en el rango 0,99-0,98. Cuando un microorganismo se coloca en una solución acuosa concentrada de un soluto de  $a_w$  reducida, el agua es extraída del citoplasma de la célula y se pierde la presión de turgor. La homeostasis (o equilibrio interno) se perturba y el organismo no se multiplica pero permanece en fase de retraso hasta que se restablezca el equilibrio. El microorganismo reacciona para recuperar el agua perdida acumulando en el citoplasma los llamados «solutos compatibles» hasta que la osmolalidad interna sea ligeramente mayor a la de la solución y así el agua vuelve a entrar en la célula. Se restablece la presión de turgencia y el microorganismo continúa creciendo. Los «solutos compatibles» no interfieren con las actividades normales de las células y pueden ser sintetizados

dentro de la misma o transportados desde el medio. En cualquiera de los dos casos, el proceso consume energía y por lo tanto la energía disponible para el crecimiento disminuye. Si la reducción en la  $a_w$  es muy extrema, la célula microbiana es incapaz de reparar la homeostasis y no puede ya proliferar e incluso puede morir. La capacidad osmoregulatoria, y en consecuencia los límites de  $a_w$  que permiten el crecimiento, difieren entre los microorganismos. En general, las bacterias de deterioro comunes se inhiben a  $a_w$  aproximadamente 0,97; los clostridios patógenos a  $a_w$  0,94, y la mayor parte de la especie *Bacillus* a  $a_w$  0,93. *Staphylococcus aureus* es el patógeno que posee mayor tolerancia a la  $a_w$  y puede crecer en aerobiosis a  $a_w$  de 0,86. Muchos hongos y levaduras son capaces de proliferar a  $a_w$  debajo de 0,86; algunas levaduras osmofílicas y hongos xerófilos pueden crecer lentamente a  $a_w$  ligeramente mayores a 0,60. En consecuencia, para conservar un alimento utilizando como factor de estrés sólo la reducción de  $a_w$ , su  $a_w$  debiera disminuirse a 0,60. Los alimentos totalmente deshidratados, por ejemplo, tienen valores de  $a_w$  aproximadamente iguales a 0,30 para controlar no sólo el crecimiento microbiano sino también otras reacciones de deterioro.

Si la acidez del medio se incrementa (por ejemplo el pH se reduce), los microorganismos tratan de mantener al pH interno dentro de un rango estable limitado y en un valor mayor que el del medio. Los mecanismos homeostáticos tratan de impedir que los protones crucen la membrana celular y entren al citoplasma, y además expulsan a los protones que hayan penetrado adentro de la célula. La reparación de la homeostasis perturbada del pH demanda energía y la velocidad de crecimiento disminuye. A medida que el pH se va reduciendo aún más, los requerimientos energéticos aumentan y ya no queda más energía disponible para otras funciones celulares.

Si la capacidad de homeostasis es superada, el pH citoplasmático disminuye y la célula muere. La habilidad de los microorganismos para crecer a bajo pH depende de su habilidad para prevenir que los protones pasen al citoplasma. El pH óptimo para el crecimiento de la mayoría de las bacterias asociadas a alimentos está en el rango 6,5-7,5. Pero algunas bacterias patógenas pueden crecer a pH 4,2 y algunas bacterias deteriorativas pueden multiplicarse en condiciones muy ácidas (pH = 2,0). En general, los hongos y las levaduras tienen mayor habilidad que las bacterias para crecer a pH ácidos, pudiendo proliferar a un valor de pH tan bajo como 1,5. Disminuir el pH debajo de 4,2 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas. Sin embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos por pH, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo (< 1,8) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales.

Si se utilizan ácidos orgánicos débiles (por ejemplo ácidos sorbico, propiónico y/o benzoico) como conservadores, la acidez debe ser lo suficientemente alta para asegurar que una gran proporción del ácido esté en forma no disociada. La forma no disociada del ácido actúa como transportadora de protones a través de la membrana celular, aumentando la velocidad de entrada de los mismos a la célula. El microorganismo necesita energía extra para mantener el pH constante y expulsar los protones.

De la misma forma, los mecanismos de reparación del DNA dañado por irradiación retornan el DNA dañado a su estado previo de integridad. Cuando se exponen a bajas temperaturas, los microorganismos también reaccionan homeostáticamente alterando la composición de los lípidos de membrana para mantener su fluidez y por tanto su «funcionalidad».

Todas estas respuestas homeostáticas requieren que las células gasten energía. La reducción de la generación de energía y/o la restricción de la energía disponible por el empleo de factores adicionales de estrés u «obstáculos» amplifican la efectividad de la conservación basada en sólo un factor antimicrobiano. Si cada respuesta homeostática a un factor adicional requiere energía, la demanda energética supera la capacidad de generación de energía y el crecimiento cesa. Así, la homeostasis microbiana puede ser interferida utilizando no sólo un factor de conservación u «obstáculo», sino una combinación de los mismos, cada uno aplicado a un nivel bajo con la consecuente mejora en la calidad nutricional y sensorial.

En cuanto a la homeostasis pasiva de las esporas bacterianas, el mantenimiento de un bajo contenido de agua en el citoplasma y la inmovilización de pequeñas moléculas en el mismo parecen ser los principales factores que confieren resistencia a las esporas. Se puede interferir esta homeostasis con algunos factores de estrés. Por ejemplo, si se reduce el pH las esporas son más sensibles al calor que a valores de pH neutros. Cuando las esporas se incuban a pH bajo, pierden cationes como el calcio e incorporan protones. Dicho intercambio va acompañado de una importante reducción en la resistencia térmica (Leistner y Gould, 2002). Así, la estabilidad de alimentos por procesamiento térmico puede alcanzarse de una manera más aceptable organolépticamente.

Las tecnologías de «obstáculos» (también llamadas métodos combinados, procesos combinados, conservación por combinación, técnicas combinadas o conservación multiblancos) conservan los alimentos mediante la aplicación de factores de estrés en combinación. La combinación deliberada e inteligente de los tratamientos para asegurar la estabilidad,

inocuidad y calidad de los alimentos es un método muy efectivo para vencer las respuestas homeostáticas microbianas y al mismo tiempo retener las características nutricionales y sensoriales deseadas (Gould, 1995 a, b; Leistner, 2000; Leistner y Gould, 2002).

Por ejemplo, si se combina una ligera reducción del pH con una reducción de la  $a_w$  organolépticamente aceptable, la expulsión energético-dependiente de protones es más difícil, ya que la célula requiere energía adicional para resistir la reducción de la  $a_w$ . Así, una ligera reducción de la  $a_w$  de un alimento causa una reducción en el rango de pH que permite el crecimiento de los microorganismos. Si además se usan ácidos orgánicos débiles como conservadores, los efectos del pH y de la  $a_w$  se amplifican.

### 3. Aplicaciones

Las tecnologías combinadas se están usando cada día más en el diseño de alimentos, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, con varios objetivos de acuerdo a las necesidades (Alzamora *et al.*, 1993, 1998):

- en las distintas etapas de la cadena de distribución, durante el almacenamiento, procesamiento y/o envasado, como una medida de «back-up» en los productos mínimamente procesados de corta vida útil para disminuir el riesgo de patógenos y/o aumentar la vida útil (i.e., el uso de agentes antimicrobianos y la reducción de  $a_w$  y pH en adición a la refrigeración);
- como una herramienta para mejorar la calidad de productos de larga vida útil sin disminuir su estabilidad microbiológica (por ejemplo el uso de coadyuvantes al calor para reducir la severidad de los tratamientos térmicos en los procesos de esterilización); o

- como nuevas técnicas de conservación para obtener alimentos noveles (por ejemplo realizando combinaciones innovativas de los factores de conservación).

En los países industrializados, con disponibilidad de energía e infraestructura y con amplio uso de la refrigeración, el concepto de obstáculo se ha aplicado principalmente a desarrollar una gran variedad de alimentos con procesamiento térmico leve y distribuidos en forma refrigerada o congelada. Entre las aplicaciones típicas pueden citarse: descontaminación de materias primas (carnes, frutas, hortalizas); carnes fermentadas (jamones crudos, embutidos crudos fermentados) y carnes autoestables con tratamiento térmico suave (carnes «listas para consumir»); frutas y hortalizas frescos cortados; alimentos empacados al vacío y cocidos-refrigerados; alimentos «saludables» (de bajo contenido de grasas y sales y alimentos funcionales); alimentos procesados por técnicas emergentes (ej. altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos de alto voltaje, radiación ultravioleta, etc.), y como tecnología invisible incorporando barreras adicionales que actúen como reaseguro en caso de abuso de temperatura en muchos alimentos refrigerados (Leitsner y Gould, 2002; Ahvenainen, 1996; Wiley, 1994).

Por el contrario, en muchos países en desarrollo, la refrigeración es cara y no está siempre disponible. De la misma forma, los procesos de enlatado y los procesos asépticos requieren una inversión importante y la demanda energética es muy alta. Por lo tanto, el énfasis del enfoque combinado se ha puesto en el desarrollo de alimentos estables a temperatura ambiente, con requerimientos energéticos de equipamiento y de infraestructura mínimos, tanto para el procesamiento como para la distribución y el almacenamiento (Leitsner y Gould, 2002). Las aplicaciones más comunes comprenden alimentos con

$a_w$  reducida (por ejemplo por deshidratación parcial o por agregado de sales o azúcares), usualmente combinadas con acidificación y agregado de antimicrobianos; alimentos fermentados; alimentos con pH reducido y antimicrobianos naturales (tales como hierbas y especies y sus extractos) o sintéticos; y alimentos envasados con exclusión del oxígeno (por ejemplo alimentos envasados al vacío o alimentos cubiertos con una capa de aceite).

La mayoría de los alimentos tradicionales que permanecen estables, inocuos y organolépticamente aceptables durante almacenamientos prolongados sin refrigeración en los países en desarrollo de África, Asia y América Latina son alimentos de humedad intermedia, en los que la disminución de la  $a_w$  es uno de los principales obstáculos (Welti-Chanes *et al.*, 2000; Leistner y Gould, 2002). Muchos de los procesos de elaboración de los alimentos de humedad intermedia se desarrollaron empíricamente. Sin embargo, actualmente se conoce mejor el modo de acción de los factores de conservación y en consecuencia los mismos pueden ser seleccionados racionalmente para diseñar u optimizar los sistemas de conservación.

Existen dos categorías de alimentos con  $a_w$  reducida cuya estabilidad se basa en una conservación de factores: los alimentos de humedad intermedia (AHI) y los alimentos de alta humedad (AAH).

Los AHI tienen generalmente una  $a_w$  comprendida en el rango 0,60-0,90 y 10-50 por ciento de humedad (Davies *et al.*, 1975; Jayaraman, 1995). Los factores adicionales proveen el margen de seguridad contra el deterioro por microorganismos resistentes a la reducción de  $a_w$  (principalmente hongos y levaduras, que pueden crecer a  $a_w$  tan bajo como 0,60), y también contra algunas especies bacterianas capaces de crecer cuando la  $a_w$  del AHI está cercana al límite

superior (i.e.,  $a_w$  0,90). Con estos objetivos, la reducción de  $a_w$  se combina frecuentemente con conservadores químicos (por ejemplo nitrito, sorbato, sulfito, benzoato, antimicrobianos de origen natural, componentes del humo) y una reducción del pH (que usualmente inhibe o disminuye el crecimiento bacteriano, potencia la acción de los antimicrobianos y aumenta los valores mínimos de  $a_w$  que permiten el crecimiento bacteriano), y algunas veces con microorganismos competitivos. Otros AHI reciben durante el proceso de elaboración un tratamiento térmico que inactiva los microorganismos sensibles al calor, mientras que el proceso de llenado en caliente en recipientes cerrados asegura aún más la estabilidad microbiológica (Leistner y Gould, 2002).

La mayoría de los AHI se han diseñado para ser almacenados a temperatura ambiente durante varios meses, aún en climas tropicales, y para ser consumidos «como tales» sin rehidratación. Tienen la suficiente humedad para ser categorizados como «listos para consumir» sin provocar una sensación de sequedad, pero son lo bastante secos como para ser estables a temperatura ambiente (Karel, 1973; Jayaraman, 1995). Muchos AHI, debido a la incorporación de grandes cantidades de solutos, tales como azúcar o sal, para reducir la  $a_w$  hasta el nivel deseado, son muy dulces o muy salados, siendo no deseables desde el punto de vista nutricional y sensorial.

Por otro lado, los AAH tienen un valor de  $a_w$  bien encima de 0,90. En esta categoría, la reducción de  $a_w$  es un obstáculo con menor significancia relativa ya que la mayor parte de los microorganismos son capaces de proliferar (Leistner y Gould, 2002). La estabilidad a temperatura ambiente se alcanza mediante la aplicación de la tecnología de obstáculos diseñada cuidadosa e intencionalmente. Entre los productos que representan la aplicación racional del

enfoque combinado y que pueden ser almacenados a temperatura ambiente pueden citarse: las frutas de alta humedad similares a las frescas y los productos cárnicos cocidos, conservados por la interacción de  $a_w$  - tratamiento térmico suave - pH - antimicrobianos (Alzamora *et al.*, 1995, 2000c). En este manual se describirán técnicas combinadas para obtener productos frutícolas de ambas categorías (FHI y FAH).

#### 4. Criterios para seleccionar los factores de conservación a combinar en el desarrollo de los productos frutícolas

Para seleccionar las combinaciones de los factores (y sus niveles) que aseguren la estabilidad de las frutas, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- los tipos de microorganismos que pueden estar presentes y pueden crecer;
- las reacciones bioquímicas y fisicoquímicas que pueden deteriorar la calidad del producto;
- la infraestructura disponible para la elaboración y el almacenamiento;
- las propiedades sensoriales, la vida útil y el tipo de envasado deseado.

#### 4.1 *Microorganismos asociados a frutas*

Las frutas exhiben un record excepcionalmente bueno desde el punto de vista de la salud pública, atribuido principalmente a los mecanismos de defensa naturales que muchas de ellas poseen. Entre éstos pueden mencionarse una piel gruesa, sustancias antimicrobianas naturales (por ejemplo aceites esenciales, antocianinas, ácido benzoico, benzaldehído) y/o ácidos orgánicos (tales como málico, tartárico y cítrico) que contribuyen a la acidez de las frutas y hortalizas y que generalmente mantienen el pH de la fruta a valores menores a 4,6.

La mayor parte de las frutas son productos de alta acidez, si bien ciertas frutas tienen un pH mayor, por ejemplo, chicozapote, banana, melón, mamey, higo y papaya. El bajo pH y la naturaleza del ácido orgánico por se seleccionan el crecimiento de los microorganismos tolerantes a ácido, tales como hongos y levaduras (predominantemente hongos) y bacterias lácticas. Las levaduras, si bien están presentes en gran número junto con los hongos sobre las superficies de las frutas frescas, no poseen los mecanismos necesarios para invadir los tejidos de las plantas, siendo por lo tanto agentes secundarios de deterioro (Alzamora *et al.*, 1995). Varios hongos producen micotoxinas en las frutas antes y después de la cosecha (por ejemplo patulina). Las bacterias patógenas no pueden proliferar en las frutas debido a su bajo pH pero pueden sobrevivir durante un tiempo suficiente para causar enfermedad. Algunas enfermedades ocasionales causadas por patógenos o toxinas bacterianas en frutas (salmonellosis, hepatitis A, botulismo infantil, listeriosis) han sido atribuidas en su mayor parte a la contaminación producida por la exposición a desechos animales o humanos o a agua de irrigación contaminada.

La procedencia de la fruta y las condiciones de crecimiento determinan la flora microbiana del

producto, los patógenos que pueden causar enfermedad durante el crecimiento y también el deterioro postcosecha y la incidencia de patógenos humanos y animales. Como las superficies expuestas de la fruta se contaminan a través del suelo, agua, aire, animales, insectos, excrementos, etc., y luego a través del contacto con el equipo de procesamiento, deben también considerarse los microorganismos de dichas fuentes y aquéllos que puedan transportar otros ingredientes del producto final.

La colonización fúngica precosecha determina usualmente el deterioro postcosecha. Algunos hongos son capaces de penetrar la cutícula intacta de las hojas, tallos y frutos. Otros organismos de deterioro entran en la fruta a través de heridas mecánicas producidas durante la cosecha, el manipuleo y el envasado, o a través de aberturas naturales de la cutícula, atacando los tejidos internos.

Entre los deterioros después de la cosecha pueden citarse: crecimiento superficial de hongos, ennegrecimiento de los tejidos (antracnosis), podredumbre marrón, azul, rosada y gris causada por hongos, podredumbre del tallo, podredumbre por levaduras y otras. La ocurrencia de podredumbre se asocia a la producción microbiana de enzimas que degradan las paredes celulares. A medida que la fruta madura, la susceptibilidad a los microorganismos de deterioro aumenta, por una parte debido a que la producción de componentes antifúngicos de la fruta disminuye, y por otra parte debido a la degradación de las paredes celulares. El deterioro también se favorece en condiciones de alta temperatura y alta humedad después de la cosecha.

#### 4.2 Reacciones físico-químicas de deterioro

Además de la alteración microbiológica, los cambios físico-químicos durante el procesamiento y almacenamiento de las frutas pueden causar un deterioro en su calidad, afectando el color, la textura, el sabor, el olor y el valor nutritivo.

Las frutas contienen sustancias naturales que son responsables de su color característico. Estos componentes pueden ser agrupados como carotenos y carotenoides, antocianinas, clorofila, y compuestos fenólicos.

Operaciones tales como el pelado y la reducción de tamaño permiten que las enzimas (clorofilasa, peroxidasa, polifenoloxidasas) y los sustratos entren en contacto, principalmente en la superficie de los productos, originando reacciones enzimáticas relacionadas al deterioro de color.

Los cambios de color más importantes son consecuencia del desarrollo enzimático y/o no enzimático de sustancias pigmentadas marrones. Los tejidos de frutas dañados expuestos al aire sufren un oscurecimiento rápido debido a la acción de las enzimas peroxidasa y polifenoloxidasas, las que catalizan la oxidación de compuestos fenólicos incoloros a o-quinonas que causan pigmentos marrones u oscuros por polimerización o reaccionan con las antocianinas. El pardeamiento no enzimático es producto de reacciones complejas que ocurren durante el almacenamiento y el procesamiento de frutas (condensación de Maillard, caramelización de azúcares, reacción oxidativa de ácido ascórbico).

El color puede también ser afectado por la conversión de clorofilas a feofitinas por acidificación, y/o por la modificación de las antocianinas por oxidación (catalizada por la lipoxigenasa) y la acidificación del medio. Además las clorofilas, las antocianinas y los carotenoides pueden perderse por

difusión al medio, resultando en una disminución de la intensidad de color.

Las propiedades mecánicas de las frutas cambian ampliamente, no sólo durante la maduración y almacenamiento sino también durante el procesamiento, a causa de las alteraciones de sus componentes estructurales (por ejemplo, la pared celular, la laminilla media, los plasmodesmos y las membranas) (Vidales *et al.*, 1998; Alzamora *et al.*, 2002b).

#### 4.3 Infraestructura de elaboración y almacenamiento disponible

En particular, las técnicas combinadas que se van a describir se diseñaron teniendo en cuenta que debían llevarse a cabo en una forma simple y económica, sin (o con muy pocos) requerimientos de equipamiento y debían ser satisfactorias para conservar las frutas en lugares próximos a las zonas de cosecha.

Además, considerando que no existían facilidades disponibles para el almacenamiento y el transporte refrigerado, la estabilidad de las frutas durante estos pasos debía asegurarse sin refrigeración.

#### 4.4 Propiedades sensoriales, vida útil y requisitos de envasado de los productos

Las FAH debían satisfacer, al menos parcialmente, las demandas del consumidor por alimentos de alta calidad, similares a los frescos, con tratamientos no extremos (por ejemplo, sólo un tratamiento térmico suave) y/o con pocos aditivos, pero al mismo tiempo, con una vida útil conveniente (igual o mayor a dos meses). Las mismas debían ser adecuadas para el consumo doméstico directo o para ser posteriormente procesadas para obtener dulces y mermeladas, o como ingredientes en productos de repostería, productos lácteos y en otros platos.

Las FHI presentadas en este manual se diseñaron para tener una vida útil mayor que la de las FAH y por lo tanto, con menor  $a_w$ , pero con menos humectantes y consecuentemente mayor palatabilidad que los AHI tradicionales.

Para ambos tipos de productos, los materiales y los tipos de envase debían ser simples, baratos y estar fácilmente disponibles.

Teniendo en cuenta este enfoque, los obstáculos que se seleccionaron para formular el método combinado de conservación fueron: un tratamiento térmico suave (escaldado), una leve reducción de la  $a_w$ , el control del pH a un valor bajo y el agregado de agentes antimicrobianos y antipardeamiento (y en algunas frutas aditivos para mejorar la textura, tal como lactato de calcio) (Alzamora *et al.*, 1995, Argáiz *et al.*, 1995; Tapia de Daza *et al.*, 1995, 1996; Guerrero *et al.*, 1994). Se explica a continuación el rol de cada obstáculo en las tecnologías combinadas.

El escaldado en vapor saturado destruye enzimas, inactiva algunos microorganismos y sensibiliza los microorganismos restantes a los otros factores de conservación.

El factor  $a_w$  se controló en el rango 0,93-0,98 para las FAH, acompañando el interés emergente por las características de frescura y por alimentos de bajo contenido de azúcar. Para las FHI, la reducción de la  $a_w$  en el paso de deshidratación osmótica fue leve ( $a_w = 0,97$ ) para evitar un producto final demasiado dulce.

El valor de pH se mantuvo igual o cercano al valor de pH de la fruta fresca (pH 3,0-4,1). En aquellas frutas con un pH mayor, el mismo se ajustó al menor valor compatible organolépticamente con el sabor natural de la fruta.

Los alimentos con alta  $a_w$  permiten el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras. Pero la alta acidez establece un medio no adecuado para el crecimiento

de la mayoría de las bacterias, estando el deterioro causado fundamentalmente por levaduras, hongos y bacterias ácido-tolerantes. Considerando que una ligera reducción del pH incrementa el límite de  $a_w$  para el crecimiento bacteriano y, viceversa, una ligera reducción de la  $a_w$  disminuye el rango de pH que permite el crecimiento, es de esperarse que la interacción pH -  $a_w$  en aquellos rangos sea suficiente para suprimir el crecimiento de la mayoría de las bacterias de interés en la conservación de frutas. La habilidad de hongos y levaduras para tolerar  $a_w$  y pH reducidos, por el contrario, requiere la incorporación de antifúngicos, tales como ácidos lipofílicos débiles (por ejemplo, ácido sórbico o benzoico) en cantidades moderadas (400-1 000 ppm de sorbato de potasio o de benzoato de sodio).

Cuando fue necesario, a fines de inhibir o retardar las reacciones de pardeamiento no enzimático, se utilizaron sulfitos en muy baja concentración (usualmente 150 ppm de bisulfito de sodio). Estos agentes también actúan como compuestos antifúngicos, especialmente contra levaduras resistentes a sorbato.

Es interesante notar que la combinación de factores de conservación se seleccionó para asegurar la estabilidad microbiológica y la calidad sensorial de los productos, pero teniendo en cuenta equipamiento, servicios y facilidades mínimas. Pero los factores seleccionados y sus intensidades, al igual que la forma en la cual éstos se aplican, no deben considerarse como inflexibles. Otras combinaciones pueden ser igualmente o más adecuadas para alcanzar la estabilidad microbiológica o mejorar la aceptabilidad sensorial, y/o aumentar la vida útil y/o satisfacer los hábitos locales de la población. Sin embargo, la modificación, la eliminación y/o la reducción de cualquiera de los factores o de sus niveles debe



evaluarse cuidadosamente (Argaiz *et al.*, 1995; Alzamora *et al.*, 1993).

##### 5. Principales técnicas para reducir la disponibilidad de agua y/o introducir aditivos

La  $a_w$  (i.e., la disponibilidad de agua) puede manipularse al menos de tres maneras durante la preparación de FAH y FHI:

a - El agua se puede remover parcialmente por un proceso de deshidratación.

Además del secado solar tradicional, el método más empleado por razones económicas y de simplicidad es el secado en aire caliente.

b - Se puede agregar soluto(s) adicional(es).

La impregnación de un soluto puede llevarse a cabo por infusión húmeda o por infusión seca. En la infusión húmeda las piezas de alimento se sumergen en una solución de agua y soluto de baja  $a_w$  mientras que en la infusión seca las piezas de alimento se mezclan directamente con el soluto en las proporciones requeridas. Cuando productos sólidos ricos en agua, tales como frutas y hortalizas, se someten a infusión seca o húmeda, ocurren tres flujos simultáneamente:

- un flujo de agua desde el producto al medio;
- un flujo de soluto desde el medio al producto; y
- un flujo de los solutos propios del producto hacia el medio.

Este proceso es llamado «deshidratación osmótica» y permite impregnar no sólo el soluto usado para controlar la  $a_w$  sino también los agentes antimicrobianos y antiparadeamiento deseados o cualquier otro soluto para mejorar la calidad nutricional y sensorial. Así, esta técnica permite simultáneamente la remoción de agua y la

formulación directa del producto sin dañar su integridad estructural.

Controlando los intercambios citados anteriormente, es posible lograr diferentes combinaciones de pérdida de agua y de ganancia de soluto, desde un simple proceso de deshidratación (con una pérdida de agua importante y sólo una ganancia de azúcares marginal) hasta un proceso de salado o de confitado (en el cual la penetración de soluto está favorecida y la remoción de agua es limitada) (Torregiani, 1992; Torregiani y Bertolo, 2002).

En el caso de alimentos porosos, la infusión húmeda puede también llevarse a cabo bajo vacío. El gas o líquido interno ocluido en los poros abiertos se intercambia por la fase líquida externa (de composición controlada) debido a cambios de presión. Muchas frutas y hortalizas tienen una gran cantidad de poros y pueden ser impregnados por una solución determinada de soluto y aditivos. Así, la composición del producto y sus propiedades físico-químicas pueden ser modificadas para mejorar su estabilidad. Una ventaja importante del uso de bajas presiones es que los tiempos de equilibrio son menores que a presión atmosférica (por ejemplo, para reducir la  $a_w$  a 0,97 en varias frutas se requieren 15 minutos bajo vacío; unas pocas horas en convección forzada o unos pocos días en un medio estanco a presión atmosférica) (Alzamora *et al.*, 2002c).

c - Por una combinación de a - y b -, impregnando las piezas del alimento con los solutos y aditivos y luego realizando un secado parcial.

Las ventajas obtenidas con esta combinación comparada con el solo secado son: un incremento de la estabilidad de los pigmentos responsables del color, una intensificación del sabor y del aroma naturales, una mejor textura y una carga mayor del secadero

debido a la reducción de volumen y de peso. Si se compara con la deshidratación osmótica, el aroma y el sabor del producto se modifican en forma menos severa debido a la menor cantidad de solutos.

## 6. Barreras utilizadas en el desarrollo de productos frutícolas autoestables

### 6.1 Escaldado

Los diferentes pasos preparatorios a los cuales las frutas frescas se someten en los procesos de producción de FAH y FHI tienen un claro impacto en la flora de la fruta fresca, ya que algunos procedimientos remueven o inactivan muchos de los microorganismos presentes, mientras que otros podrían tener un efecto opuesto. Así, mientras que el lavado puede remover muchos de los organismos superficiales, algunas operaciones tales como pelado y cortado pueden causar daño en la célula exponiendo los fluidos tisulares internos al ambiente externo, proveyendo nuevas puertas de entrada de microorganismos y otros contaminantes (Tapia de Daza *et al.*, 1995).

El escaldado, o sea la exposición de las piezas de fruta a altas temperaturas durante unos pocos minutos, es una operación de control crítica en el procesamiento de frutas autoestables. En métodos tradicionales de conservación, la función principal de este tratamiento es destruir las enzimas que podrían deteriorar las hortalizas y las frutas. Pero en estas técnicas de procesamiento mínimo, el escaldado tiene también el importante rol de reducir la carga microbiana inicial mediante la inactivación de microorganismos sensibles al calor. Las temperaturas utilizadas son letales para las levaduras, la mayoría de los hongos y los microorganismos aeróbicos. Así se ha encontrado que el escaldado reduce la carga microbiana entre un 60 y un 99 por ciento (Alzamora

*et al.*, 1995). Además este tratamiento tiene un efecto sensibilizante sobre los microorganismos sobrevivientes, los que se vuelven menos resistentes a los estreses impuestos por la reducción de pH y de  $a_w$  y por la presencia de sorbatos, sulfitos u otros antimicrobianos.

El escaldado puede realizarse en agua caliente, en agua en ebullición o en vapor de agua saturado. Este último método es preferible, ya que permite la retención de propiedades nutricionales (principalmente vitaminas solubles en agua) y sensoriales (principalmente textura) (Vidales *et al.*, 1998; Alzamora *et al.*, 2000b).

### 6.2 Humectantes

La  $a_w$  disminuye cuando se aumenta la concentración de compuestos disueltos o solutos (denominados «humectantes»). La elección del humectante depende de varios factores tales como capacidad para reducir la  $a_w$ , costo, solubilidad y características organolépticas del producto final (Argaiz *et al.*, 1995). En la formulación de AHI se han utilizado tradicionalmente como humectantes soluciones de sal y de sacarosa. Más recientemente, los nuevos AHI utilizan otros solutos, como glicerol, fructosa, glucosa, jarabes de maíz, sorbitol, dextrosa, lactosa, etc. (Jayaraman, 1995). En el caso de frutas, la posibilidad de elección se reduce principalmente a azúcares, tales como glucosa, fructosa y sacarosa, y a algunos polioles como glicerol. También puede utilizarse un jugo de fruta concentrado como solución osmótica, obteniéndose un producto de origen totalmente frutícola (Alzamora *et al.*, 1995; Argaiz *et al.*, 1995; Welti-Chanes *et al.*, 2000).

La clase y la concentración del humectante afectan significativamente los intercambios de agua y soluto durante la ósmosis, influenciando por lo tanto las características del producto final. Los azúcares de bajo

peso molecular (glucosa, fructosa, sorbitol, etc.) favorecen la ganancia de azúcar debido a la fácil penetración de las moléculas; así el principal efecto del proceso va a ser un enriquecimiento en sólidos en lugar de una deshidratación. Por el contrario, solutos de alto peso molecular favorecen la pérdida de agua frente a la ganancia de sólidos, resultando en un producto con bajo contenido de soluto.

Los diferentes solutos exhiben además diferentes capacidades para reducir la  $a_w$  (Chirife *et al.*, 1980). La Figura 1 muestra las cantidades (en g de soluto/g de soluto + g de agua) x 100) necesarias para controlar la  $a_w$  en el rango 0,75-0,98 para varios humectantes comunes. También se representa el efecto del agregado de cloruro de sodio en la disminución de la  $a_w$ . Puede observarse que la selección de una alta  $a_w$  reduce considerablemente las cantidades necesarias de soluto. A medida que la  $a_w$  disminuye, las mayores cantidades de humectante requeridas imparten al alimento un intenso sabor dulce (que depende de la clase de azúcar o poliol utilizado), o un intenso sabor salado si se usa cloruro de sodio como humectante.

Algunas soluciones alternativas para este problema incluyen (Argaiz *et al.*, 1995):

- el uso de un valor de  $a_w$  tan alto como sea posible (compatible con la estabilidad del producto);
- la elección del azúcar con menor gusto dulce. Los sólidos del jarabe de maíz y la dextrosa son menos dulces que los azúcares comunes. La glucosa es menos dulce que la sacarosa;
- el reemplazo total o parcial del azúcar por otro humectante con menos gusto dulce;
- el uso de otros métodos para ajustar la  $a_w$ , como combinaciones de ósmosis y secado;
- el balance de la relación °Brix de la fruta/acidez para lograr máxima aceptabilidad.

Otro punto a tener en cuenta es que la barrera « $a_w$ » puede cambiar a lo largo del almacenamiento del producto cuando se utiliza sacarosa como humectante. La sacarosa se hidroliza originando glucosa y fructosa (Montes de Oca *et al.*, 1991). La hidrólisis disminuye la  $a_w$  de la fruta conservada debido a la mayor capacidad de la glucosa y de la fructosa para reducir la  $a_w$ , incrementando el efecto de la barrera en el crecimiento microbiano. Es importante notar que la glucosa y la fructosa tienen la misma capacidad para disminuir la  $a_w$  (Chirife *et al.*, 1981).

### 6.3 Antimicrobianos

El ácido sórbico, el ácido benzoico y los compuestos sulfitados son los antimicrobianos más comunes utilizados en la formulación de las FAH y FHI. Se usan principalmente para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras. La acción de estos conservadores depende fuertemente del pH, siendo más activos contra los microorganismos en los alimentos ácidos. En particular, el efecto antimicrobiano de los ácidos débiles se debe parcialmente a su influencia en el pH del alimento y parcialmente al efecto del ácido mismo atribuido a la forma no dissociada del ácido. Este permea la membrana celular actuando como transportador de protones.

El ácido sórbico se degrada apreciablemente en función del tiempo, la temperatura y el pH durante el almacenamiento de las frutas conservadas, perdiendo su efectividad como obstáculo (Gerschenson *et al.*, 1986). Por ejemplo, después de cuatro meses de almacenamiento a 27 °C, la destrucción del ácido sórbico es de aproximadamente 40 por ciento en ananá y en durazno de alta humedad.

Los sulfitos (dióxido de azufre, metabisulfito de sodio, sulfito de sodio y de potasio, bisulfito de potasio o de sodio y metabisulfito de potasio) tienen varias funciones. Previenen las reacciones de

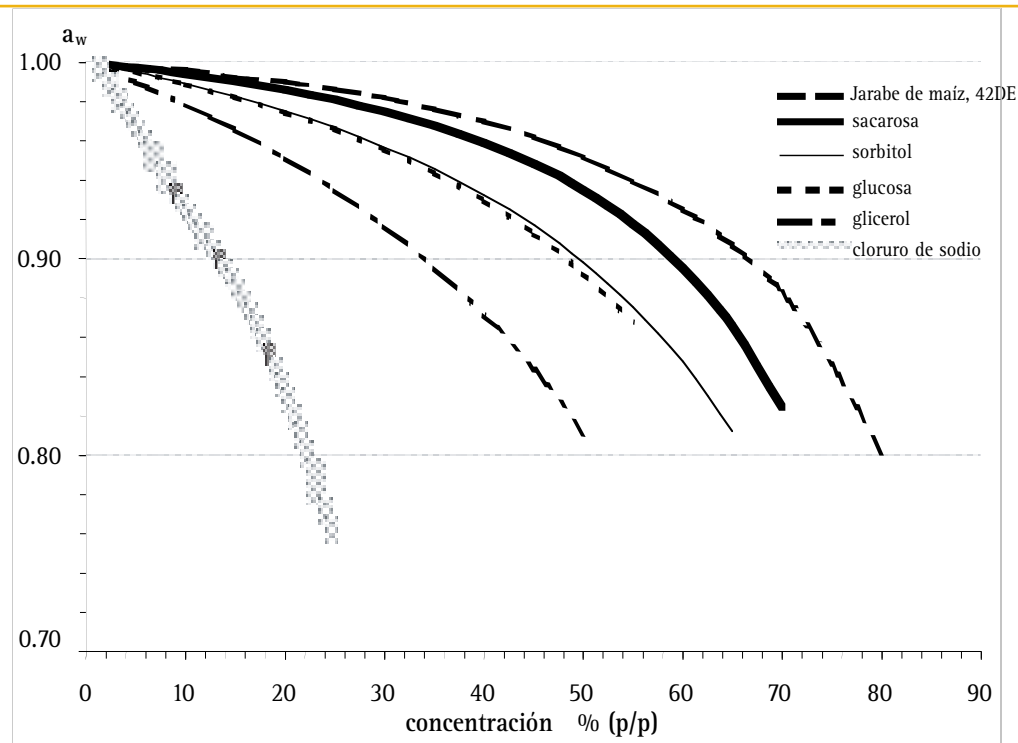


Figura 1 : Actividad de agua en función de la concentración de soluciones de solutos comúnmente utilizados en la formulación de alimentos de alta humedad y de humedad intermedia

oxidación como así también las reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático; actúan como agentes blanqueadores y estabilizantes de color; estabilizan el ácido ascórbico y actúan como antibacterianos y antimicóticos. En las FAH y FHI, los sulfitos se usan en cantidades muy bajas principalmente para inhibir el pardeamiento no enzimático y para prevenir el crecimiento de hongos y levaduras, ya que el crecimiento bacteriano está

inhibido por la interacción  $a_w$  - pH y las enzimas son inactivadas por el escaldado. La concentración de sulfito disminuye durante el almacenamiento de estos productos, aún más rápido y más completamente que los sorbatos, disminuyendo su efectividad como barrera para el crecimiento fúngico y para el pardeamiento no enzimático (Alzamora *et al.*, 1995; Guerrero *et al.*, 1996).

Los consumidores (principalmente de los países desarrollados) ven con preocupación la utilización de

conservadores sintetizados químicamente para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos y de descomposición, ya que cuestionan la inocuidad de muchos aditivos alimentarios. Los sistemas antimicrobianos naturalmente presentes en plantas, animales o microorganismos, o aquéllos generados por éstos en situaciones de estrés, son extremadamente atractivos para el público en el contexto de «conservadores naturales». En particular, las actividades antimicrobianas de extractos de varios tipos de plantas y partes de plantas usadas como agentes saborizantes en alimentos ha sido reconocida hace muchos años. En muchos países en desarrollo (por ejemplo Nigeria y otros países del África), los extractos de especies que son conservantes naturales se prefieren a los antimicrobianos sintéticos porque son más baratos y accesibles (Leitsner y Gould, 2002). En este contexto, la vainillina, componente cristalino de la vaina de la vainilla, puede reemplazar total o parcialmente al ácido sórbico y a los sulfitos en la formulación de algunas FAH. Este agente saborizante ampliamente usado en alimentos y bebidas es compatible con las características organolépticas de varias frutas (manzana, banana, fresas, mango, papaya y ananá) en concentraciones hasta 3 000 ppm (Cerrutti *et al.*, 1996, 1997; López Malo *et al.*, 1995, 1997, 1998, 2000). Más aún, se ha encontrado que la vainillina es muy efectiva contra levaduras resistentes a conservadores comunes.

#### 6.4 Acidulantes

El pH es uno de los más importantes factores de estrés en las FHI y FAH, ya que determina el tipo de organismo que puede proliferar y su velocidad de crecimiento, la actividad de los conservadores y la estabilidad de muchas vitaminas. En general el pH de la fruta conservada debe ser tan bajo como su palatabilidad lo permita. Afortunadamente, las frutas pueden tolerar reducciones significativas de pH sin alteración de su gusto y aroma.

El pH de las FAH y FHI se controla a un valor cercano al de la fruta fresca o, en caso de frutas con mayor pH, éste se ajusta a valores menores (requeridos para lograr la estabilidad microbiológica) mediante el agregado de un acidulante a la solución osmótica o directamente a la fruta.

La elección de un acidulante depende principalmente del tipo de fruta, costo, balance azúcar/acidez, etc. Los ácidos más utilizados para ajustar la acidez de las frutas conservadas por métodos combinados son el cítrico y el fosfórico, debido a su bajo precio y a su compatibilidad sensorial (Argaiz *et al.*, 1995). El ácido cítrico también previene el pardeamiento enzimático, ya que inhibe la polifenoloxidasas reduciendo el pH y secuestrando el cobre en el sitio activo de la enzima.

#### 7. Diagramas de flujo para la producción de frutas autoestables de alta humedad y de humedad intermedia conservadas por tecnologías de barreras

Las figuras 2 y 3 muestran los diagramas de flujo para obtener FAH (por infusión húmeda y por infusión seca) y FHI estables a temperatura ambiente.

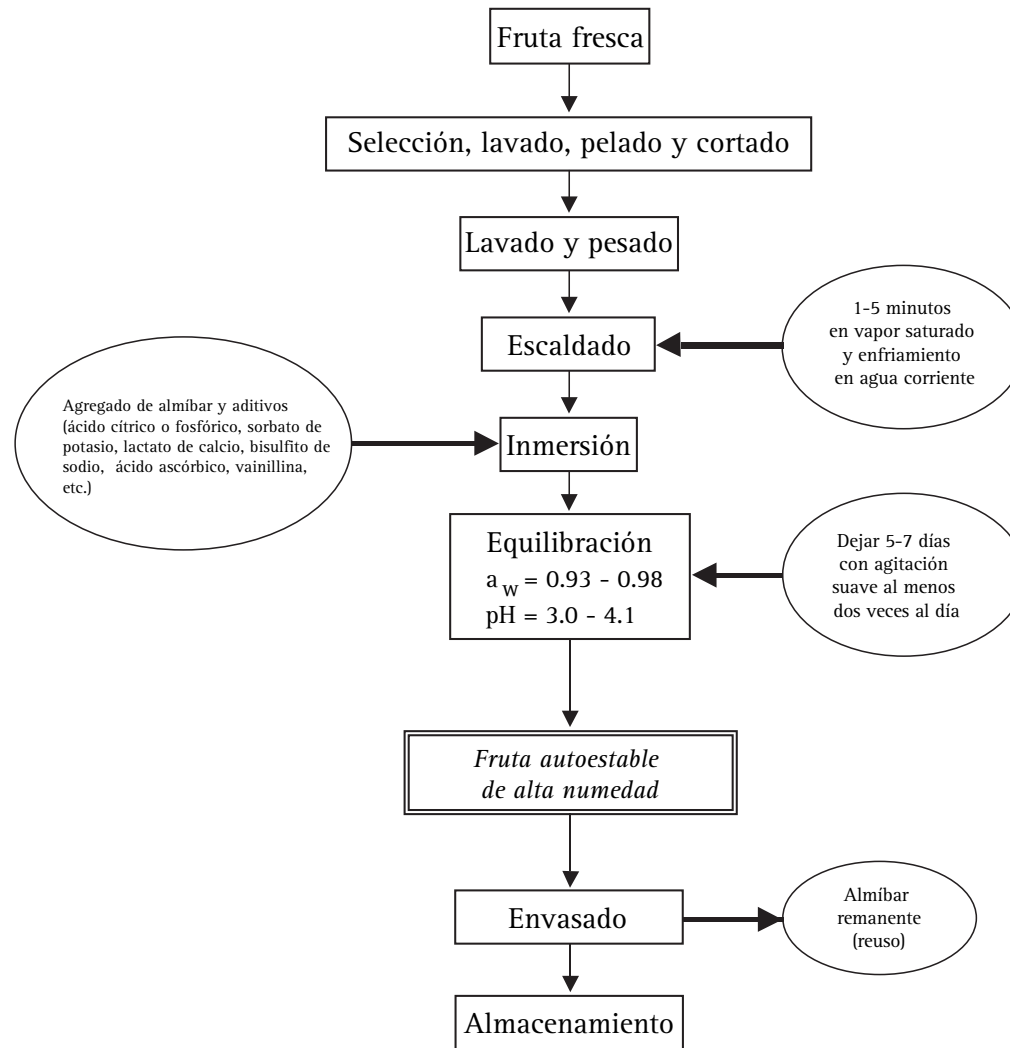


Figura 2 : Diagrama de flujo para la producción de frutas de alta humedad autoestables (infusión húmeda)

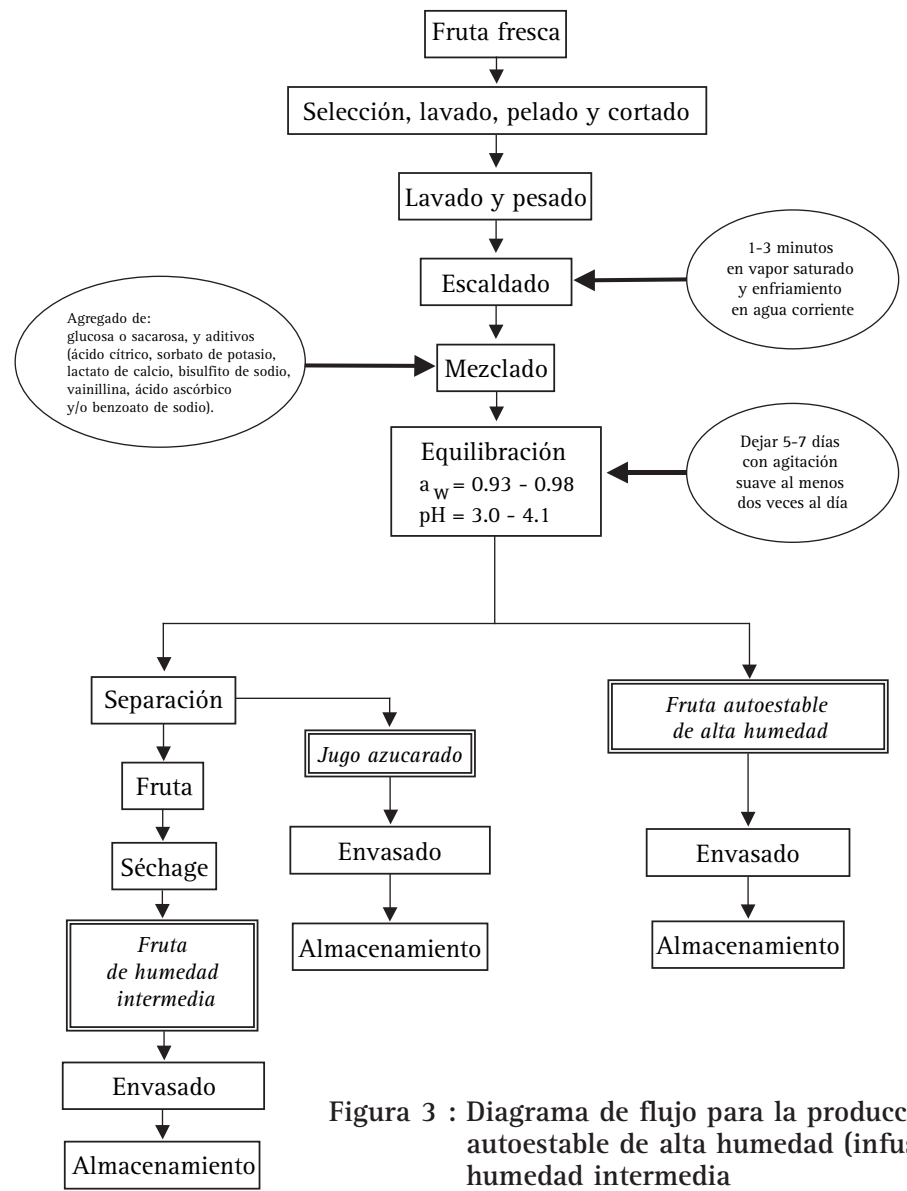


Figura 3 : Diagrama de flujo para la producción de fruta autoestable de alta humedad (infusión seca) y de humedad intermedia

### 7.1 Productos frutícolas de alta humedad

La estabilidad de frutas de alta humedad se basa en la combinación de un tratamiento térmico suave (escaldado durante 1-3 minutos con vapor saturado), ligera reducción de la  $a_w$  (a 0,98-0,93, mediante el agregado de glucosa o sacarosa), disminución del pH (a 4,1-3,0, mediante el agregado de ácido cítrico o fosfórico o sus mezclas), y la adición de antimicrobianos (sorbato o benzoato, bisulfito y/o vainillina, en cantidades modestas). Esta combinación de factores se seleccionó para asegurar una vida útil de 3-8 meses a temperatura ambiente.

Las operaciones preliminares comprenden la selección, lavado, pelado y cortado (algunas frutas pueden ser conservadas enteras) de las frutas. Después de un nuevo lavado y pesado de las frutas, el proceso comprende un escaldado seguido por un paso de reducción de la  $a_w$  (en el que la fruta pierde agua y gana azúcar) con la incorporación simultánea de los aditivos, lográndose después de alcanzar el equilibrio valores finales de  $a_w = 0,94-0,98$ ; pH = 3,0-4,1; 400-1 000 ppm de sorbato de potasio o benzoato de sodio y generalmente 150 ppm de bisulfito de sodio. La remoción de agua y el proceso de impregnación se hacen a temperatura ambiente colocando la fruta en soluciones acuosas concentradas de azúcar y aditivos (infusión húmeda) (Figura 2) o mezclando la fruta, el azúcar y los aditivos en las proporciones requeridas (infusión seca) (Figura 3).

Después de alcanzar el equilibrio (entre 5 y 10 días de acuerdo al tamaño de la fruta entera o cortada), la fruta preparada por infusión húmeda se escurre y se envasa, dejando solamente el almíbar necesario para cubrirla. Los trozos de fruta (y su correspondiente jugo) preparados por infusión seca se envasan directamente.

La fruta puede ser envasada en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad, en tambores o en bolsas flexibles de polietileno de alta densidad y luego se mantiene a temperatura ambiente durante el almacenamiento. Para países en desarrollo, donde la refrigeración es costosa y no siempre accesible, estas técnicas para obtener frutas mínimamente procesadas representan una alternativa de especial interés (Leistner, 1995). Este proceso se ha aplicado exitosamente a frutas enteras y/o cortadas o a puré de ananá, mango, higo, ciruela, fresas, chicozapote, papaya, tamarindo, durazno, pomalaca y fruta de la pasión o parchita (Alzamora *et al.*, 1995).

Las técnicas de infusión húmeda originan un almíbar diluido residual que contiene todavía una concentración alta de azúcares y aditivos. Si este almíbar no se recicla, los costos se incrementan y además se provocan serios problemas de disposición de efluentes (Jayaraman, 1995; Leistner, 1995). Argañiz *et al.* (1995) han reportado que el almíbar puede ser reusado 5 veces (después de restablecer sus condiciones iniciales mediante un nuevo agregado de azúcar y aditivos) sin afectar la calidad sensorial y microbiológica de los productos. Leistner (1995) ha comentado que el reuso del almíbar puede ocasionar un riesgo en relación a algunos microorganismos resistentes a conservadores, y ha recomendado antes del reuso, la pasteurización del almíbar.

### 7.2 Productos frutícolas de humedad intermedia

Para obtener las FHI, después del paso de equilibración en el proceso de infusión seca (Figura 3), los trozos de fruta y su jugo se separan y la fruta se deshidrata parcialmente.

El contenido de humedad final y de  $a_w$  de estas frutas varía ampliamente, estando en el rango de 15 a 50 por ciento de agua en peso y de 0,65 a 0,90 de  $a_w$  (Jayaraman, 1995). Estos productos son estables sin



refrigeración o tratamiento térmico hasta un año de almacenamiento y pueden ser consumidos como tales sin rehidratación. Por otra parte, el propio jugo endulzado de la fruta puede almacenarse sin refrigeración durante 3-8 meses de acuerdo al tipo de fruta. El mismo puede usarse como un almíbar de alta calidad para consumo directo o para la producción de saborizantes naturales.

Las FAH son muy diferentes de las FHI porque poseen atributos de calidad cercanos a los de la fruta fresca; tienen una menor concentración de azúcares (24-28 por ciento versus 70 por ciento de azúcares reductores) y un mayor contenido de humedad (55-77 por ciento w/w versus 20-40 por ciento w/w). Las FHI tienen mejor textura, sabor y aroma y son más succulentas que las frutas totalmente deshidratadas. Comparadas con las FAH son menos palatables (demasiado dulces) pero usualmente tienen mejores atributos de textura; también poseen mayor vida útil.

#### 8. Cálculos necesarios para preparar frutas de alta humedad o frutas de humedad intermedia autoestables

Las cantidades de humectantes (glucosa, sacarosa, u otros azúcares o polioles), compuestos químicos, tales como agentes antimicrobianos (benzoatos, sorbatos, vainillina, bisulfito de sodio), agentes antipardeamiento (bisulfito de sodio, ácido ascórbico), agentes para mejorar o mantener la firmeza (lactato de calcio, gluconato de calcio) y agentes para aumentar la acidez (ácido cítrico, ácido fosfórico) deben determinarse en base al peso de la fruta y a las concentraciones finales requeridas para la estabilización del producto (Alzamora *et al.*, 1989, 1995; Guerrero *et al.* 1994; Tapia de Daza *et al.*, 1995, Welte-Chanes *et al.*, 2000).

Para reducir la  $a_w$  al valor deseado se disuelve en agua (infusión húmeda), o se agrega directamente a la fruta (infusión seca) la cantidad suficiente del humectante (por ejemplo azúcar). La cantidad de azúcar se calcula utilizando la *ecuación de Ross*, que predice la  $a_w$  de sistemas acuosos complejos (en este caso, el producto frutícola conservado) con varios componentes cuando éstos están en equilibrio:

$$a_w^{\text{fruta conservada}} = a_w^{\text{fruta}} \cdot a_w^{\text{azúcar}} \cdot a_w^{\text{n componente}} \quad (1)$$

donde la  $a_w^{\text{fruta conservada}}$  es la productoria de los valores de  $a_w$  de las soluciones acuosas de cada componente n (fruta, azúcar, ..., componente n) medidas a la misma molalidad que en la fruta conservada o sistema complejo (i.e., en el agua de la fruta más el agua de la solución para infusión húmeda, o sólo en el agua de la fruta para infusión seca). La de la fruta es aproximadamente igual a 1 y la  $a_w$  de las soluciones acuosas de azúcares, polioles y otras moléculas orgánicas puede predecirse con exactitud utilizando la *ecuación de Norrish* (Chirife *et al.*, 1980):

$$a_w^{\text{azúcar}} = x_w \cdot \exp(-K x_s^2) \quad (2)$$

donde  $x_s$  es la fracción molar del azúcar o del soluto orgánico,  $x_w$  la fracción molar del agua y  $K$  es una constante. Los valores de  $K$  son 6,47 para la sacarosa, 2,25 para la glucosa o fructosa, 1,64 para el sorbitol y 1,16 para el glicerol. La relación entre la  $a_w$  y la concentración de las soluciones acuosas de estos compuestos está también representada en la Figura 1.

Además de estas dos ecuaciones, deben resolverse los siguientes balances de masa.

## CASO 1 - INFUSIÓN HÚMEDA

### Balance de masa para el agua

$$\begin{matrix} \text{WT} & = & \text{WF} & + & \text{WSO} \\ \text{g totales} & & \text{g agua} & & \text{g agua} \\ \text{agua} & & \text{in fruta fresca} & & \text{la solución} \end{matrix} \quad (3)$$

$$\begin{matrix} \text{WF} & = & \text{MCF} & \cdot & \text{MF} \\ \text{g agua en} & & \text{contenido de} & & \text{masa} \\ \text{la fruta fresca} & & \text{humedad de la fruta} & & \text{de fruta} \end{matrix} \quad (4)$$

### Balance de masa para el azúcar

$$\begin{matrix} \text{CE} \cdot \text{WT} & = & \text{CF} \cdot \text{WF} & + & \text{CS} \cdot \text{WSO} \\ \text{g totales} & & \text{g azúcar} & & \text{g azúcar} \\ \text{azúcar} & & \text{en la fruta fresca} & & \text{en la solución} \end{matrix} \quad (5)$$

20

Donde CE = g azúcar / g agua total;  
 CS = g azúcar / g agua en la solución;  
 CF = g azúcar / g agua en la fruta fresca;  
 CS · WSO = masa de azúcar necesaria para preparar la solución (= MS).

CE es la concentración de la solución acuosa de azúcar necesaria para obtener la  $a_w$  deseada en el equilibrio en la fruta conservada (o sea, el  $a_w$  del producto). La misma puede estimarse aplicando la ecuación de Norrish (ecuación 2) o a partir de la Figura 1.

CF se asume igual a 0, dado que la cantidad de azúcar en la fruta fresca es despreciable ( $a_w$  de la fruta fresca aproximadamente = 1).

### Balance de masa para el sorbato de potasio

$$\text{MKS} = \text{CKS} \cdot (\text{MF} + \text{MS} + \text{WSO}) \quad (6)$$

donde MKS = masa de sorbato de potasio que debe añadirse a la solución (g);  
 CKS = g sorbato de potasio/g de masa total, requerida en el producto final.

### Balance de masa para el bisulfito de sodio

$$\text{MSB} = \text{CSB} \cdot (\text{MF} + \text{MS} + \text{WSO}) \quad (7)$$

donde MSB = masa de bisulfito de sodio a ser añadida a la solución (g);  
 CSB = g bisulfito sodio/g masa total, requerida en el producto final.

## CASO 2 - INFUSIÓN SECA

### *Balance de masa para el agua*

$$\begin{array}{l} \text{WT} \\ \text{g agua} \\ \text{total} \end{array} = \begin{array}{l} \text{WF} \\ \text{g agua} \\ \text{en la fruta fresca} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{WF} \\ \text{g agua} \\ \text{en la fruta} \\ \text{fresca} \end{array} = \begin{array}{l} \text{MCF} \\ \text{contenido de} \\ \text{humedad} \\ \text{en la fruta} \end{array} \cdot \begin{array}{l} \text{MF} \\ \text{masa} \\ \text{de fruta} \end{array}$$

### *Balance de masa para el azúcar*

$$\begin{array}{l} \text{MS} \\ \text{g azúcar a ser} \\ \text{agregados a} \\ \text{la fruta} \end{array} = \text{CE} \cdot \text{WF}$$

donde  $\text{CE} = \text{g azúcar/g agua total} =$   
 $= \text{g azúcar/g agua de la fruta fresca}$   
(ya que el agua es aportada sólo por la fruta).

CE es la concentración de la solución de azúcar necesaria para obtener la  $a_w$  deseada en la fruta conservada después de alcanzar el equilibrio (por ejemplo  $a_w$  fruta conservada). La misma puede estimarse aplicando la *ecuación de Norrish* (ecuación 2) o a partir de la Figura 1.

### *Balance de masa para el sorbato de potasio*

$$\text{MKS} = \text{CKS} \cdot (\text{MF} + \text{MS}) \quad (11)$$

donde  $\text{MKS} = \text{masa de sorbato de potasio a ser}$   
 $\text{añadida en la solución (g)}$ ;

$\text{CKS} = \text{g sorbato de potasio/g masa total,}$   
 $\text{requerida en el producto final.}$

### *Balance de masa para el bisulfito de sodio*

$$\text{MSB} = \text{CSB} \cdot (\text{MF} + \text{MS}) \quad (12)$$

donde  $\text{MSB} = \text{masa de bisulfito de sodio a ser añadida}$   
 $\text{a la solución (g)}$ ;

$$\text{CSB} = \text{g bisulfito de sodio/g masa total,}$$
  
 $\text{requerida en el producto final.}$

Estos cálculos se aplican tanto a la preparación de frutas cortadas de alta humedad como a la preparación de puré de fruta.

(10) A continuación se ejemplifican algunos cálculos necesarios para preparar FAH por infusión seca y húmeda.

### Ejemplo 1

Determinar las cantidades de glucosa, sorbato de potasio y bisulfito de sodio que deben añadirse a 1 kg de ananá fresco para obtener rodajas de ananá autoestable de alta humedad por infusión seca. El contenido de humedad inicial del ananá es 91 por ciento p/p.

Los obstáculos a aplicar son los siguientes:

- ✓  $a_w = 0,97$ ;
- ✓ 1 000 ppm de sorbato de potasio; y
- ✓ 150 ppm de bisulfito de sodio.

### Solución

Balance de masa para el agua (ecuación 9):

$$WF = 0,91 \text{ g agua/g fruta} \cdot 1\ 000 \text{ g fruta} = 910 \text{ g agua}$$

22

Ecuación de Ross (equation 1):

$$a_w \text{ fruta conservada} = 0,97 =$$

$$= a_w^\circ \text{ fruta} \cdot a_w^\circ \text{ glucosa.}$$

Pero  $a_w^\circ \text{ fruta} \cong 1$ , entonces :

$$a_w \text{ fruta conservada} = a_w^\circ \text{ glucosa} = 0,97.$$

Ecuación de Norrish (puede usarse la ecuación 2 pero es más fácil emplear la Figura 1):

- ✓ de la curva correspondiente a glucosa la concentración de una solución de glucosa para  $a_w$  0,97 es 24% w/w;
- ✓ 0,24 g glucosa/g glucosa + g agua corresponde a 24/76 g glucosa/g agua = 0,32 g glucosa/g agua;
- ✓ por lo tanto, CE = 0,32 g glucosa/g agua.

Masa de glucosa (ecuación 10):

$$MS = 0,32 \text{ g glucosa/g agua} \cdot 910 \text{ g agua} = 291 \text{ g}$$

Masa de sorbato de potasio (ecuación 11):

$$MKS = 0,001 \text{ g sorbato de potasio/g masa total} \cdot (1\ 000 \text{ g fruta} + 291 \text{ g glucosa}) = 1,3 \text{ g}$$

Masa de bisulfito de sodio (ecuación 12):

$$MSB = 0,00015 \text{ g bisulfito de sodio/g masa total} \cdot (1\ 000 \text{ g fruta} + 291 \text{ g glucosa}) = 0,19 \text{ g}$$

## Ejemplo 2

Idem ejemplo 1, pero el ananá autoestable de alta humedad se prepara por infusión húmeda.

### Solución

Balance de masa para el agua (ecuación 4):

$$WF = 0,91 \text{ g agua /g fruta} \cdot 1\ 000 \text{ g fruta} = 910 \text{ g agua}$$

Ecuación de Ross (equation 1):

$$a_w \text{ fruta conservada} = 0,97 =$$

$$= a_w^\circ \text{ fruta} \cdot a_w^\circ \text{ glucosa.}$$

Pero  $a_w^\circ \text{ fruta} \cong 1$ , entonces :

$$a_w \text{ fruta conservada} = a_w^\circ \text{ glucosa} = 0,97.$$

Ecuación de Norrish (puede usarse la ecuación 2 pero es más fácil emplear la Figura 1):

- ✓ de la curva correspondiente a glucosa la concentración de una solución de glucosa para  $a_w$  0,97 es 24% w/w;
- ✓ 0,24 g glucosa/g glucosa + g agua corresponde a 24/76 g glucosa/g agua = 0,32 g glucosa/g agua;
- ✓ por lo tanto, CE = 0,32 g glucosa/g agua.

La expresión para la masa de agua en la solución se obtiene de la ecuación 5:

$$WSO = (CE / CS - CE) \cdot WF \quad (13)$$

Para resolver esta ecuación es necesario fijar un valor para CS. Supongamos que vamos a preparar una solución de glucosa al 40 por ciento p/p (esto es 40/60 g glucosa/g agua = 0,667 g glucosa/g agua).

Substituyendo en la ecuación 13:

$$WSO = (0,32 / 0,667 - 0,32) \times 910 = 839 \text{ g agua}$$

Así la masa de glucosa necesaria para preparar la solución (ecuación 5) es:

$$MS = 0,667 \text{ (g glucosa/ g agua)} \times 839 \text{ g agua} = \\ = 559 \text{ g glucosa}$$

Masa de sorbato de potasio (ecuación 6):

$$MKS = 0,001 \text{ g sorbato de potasio/g masa total} \cdot \\ \cdot (1\ 000 \text{ g fruta} + 559 \text{ g glucosa} + 839 \text{ g agua}) = \\ = 2,4 \text{ g}$$

Masa de bisulfito de sodio (ecuación 7):

$$MSB = 0,00015 \text{ g bisulfito de sodio/g masa total} \cdot \\ \cdot (1\ 000 \text{ g fruta} + 559 \text{ g glucosa} + 839 \text{ g agua}) = \\ = 0,36 \text{ g}$$

## B. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN EN FRUTAS

### CONSERVACIÓN DE FRESAS

#### *Contenido*

#### DIAGRAMAS DE PRODUCCIÓN PARA TRES TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN

- Fresas enteras autoestables de alta humedad
- Puré de fresas autoestable
- Fresas enteras de humedad intermedia





Las fresas deben cosecharse cuando el 75 por ciento de su superficie se ha puesto roja y el fruto está todavía firme. La fresas es muy percedera y se deteriora dentro de los 2 o 3 días de la cosecha en condiciones ambientales naturales.

La temperatura es un factor muy importante en la duración de la fresas. A medida que la temperatura sube, estas berries se ablandan muy rápido y se honguean. Para que duren más tiempo, las fresas deben ser cosechadas cuando sale el sol, transportadas al lugar de procesamiento lo más rápido posible, y mantenidas a la sombra en un lugar fresco hasta



su procesamiento. Si no conservamos o comemos la fresas en el mismo día de la cosecha, y no la ponemos en la heladera, la fruta se va a deteriorar. ¡Tengamos cuidado con esto!

Para transportar estas frutas frágiles podemos usar cajones plásticos o de madera. Si arrojamos la fruta dentro de los cajones, ésta se magullará por el impacto. Debemos depositar la fruta cuidadosamente en los cajones y no poner muchas al mismo tiempo (o ubicarlas a su vez en cajas perforadas poco profundas) para evitar la deformación y ruptura de la fruta por su propio peso.

*Vamos a explicar ahora en detalle tres técnicas muy fáciles para conservar fresas. Prepararemos fresas enteras de alta humedad, puré de fresas y fresas de humedad intermedia.*

26



Conservación de fresas



Las tres técnicas de preparación tienen algunos pasos preliminares en común. Veámoslos en primer lugar.

1 - Antes que nada, debemos lavar nuestras manos. En el listado de cosas a realizar el lavado de las manos debe ser la actividad número uno. Para ello usamos agua y jabón, restregamos bien las manos y entre los dedos y limpiamos nuestras uñas con un cepillo.

Lavemos también nuestras manos antes de cada operación. Y después de ir al sanitario, ayudar a los niños en el sanitario, y cada vez que nuestras manos entren en contacto con la nariz, la saliva y otros fluidos corporales.

También lavemos las tablas para cortar, los platos, tazas, baldes, utensilios y la mesa de preparación con agua jabonosa antes y después de cada operación.



¡Mantengamos limpios todos los materiales y equipos de procesamiento y también mantengámonos limpios nosotros mismos!

2 - Las fresas frescas se lavan con agua abundante para eliminar tierra, suciedad y residuos de pesticidas, insecticidas y fertilizantes. Luego se decapan a mano. No olvidemos remover todas las partes dañadas y separar las frutas ya deterioradas. Tampoco conservemos fresas hongueadas.



3 - Después, las fresas se lavan nuevamente, se escurren en un colador, y se colocan en un balde o en otro recipiente limpio.

Las mejores frutas (las más firmes y enteras) se destinan a la preparación de fresas enteras de alta humedad. Seleccionemos las fresas que sean similares en tamaño, madurez, color y forma, para que la fruta preparada luzca mejor. Las otras fresas, incluidas las mal formadas y las más blandas, se reservan para preparar puré o fresas de humedad intermedia.







4 – A continuación, la fruta separada para cada técnica de conservación se pesa rápidamente. Si no tenemos disponible una balanza, podemos utilizar una jarra medidora como la que empleamos para medir cantidades en nuestra cocina. En este último caso, podemos considerar que una jarra de 2 litros llena con fresas de tamaño mediano contiene aproximadamente un kilogramo de fruta.



Conservación de fresas

5 – Después de pesarlas, las fresas se calientan en un baño de vapor durante unos pocos minutos. Este tratamiento se denomina «escaldado» y se realiza para inactivar algunos compuestos que alteran el color y la firmeza de las fresas y también para destruir a los gérmenes.

Para escaldar las frutas en vapor, sólo necesitamos un calentador, una cacerola u otro recipiente de acero inoxidable con tapa, y una bandeja perforada o hecha con una malla (también de acero inoxidable) para sostener la fruta. Vertemos muy poca agua en el recipiente, le colocamos la tapa, calentamos y dejamos que el agua entre en ebullición vigorosamente para generar vapor y desplazar el aire, antes de introducir la fruta.



6 – Se apoya en la bandeja una sola capa de fresas. Se saca rápidamente la tapa del recipiente con el agua caliente y el vapor, se coloca la bandeja y nuevamente, tan rápido como sea posible, se vuelve a tapar. Las fresas se exponen al vapor durante 2 minutos. La bandeja con las frutas debe colgar de las paredes del recipiente y no debe tocar el agua en ebullición.



7 – Después de los 2 minutos de calentamiento, la bandeja con las fresas se retira del baño de vapor y la fruta se vuelca rápidamente en agua fría durante unos minutos.

Este enfriamiento en agua fría disminuye el daño producido por el calor a las fresas.



8 – Las fresas se sacan del agua de enfriamiento y se escurren en un colador o tamiz.



9 – A continuación, las fresas escaldadas y enfriadas se colocan en un balde o tacho plástico. Este recipiente debe estar muy limpio.



Las fresas están ahora listas para ser conservadas. Vamos a explicar cómo obtenemos FRESAS ENTERAS DE ALTA HUMEDAD ESTABLES A TEMPERATURA AMBIENTE.

10 – Se prepara una mezcla de azúcar y aditivos. Las cantidades de estos ingredientes se determinan de acuerdo al peso registrado en el paso 4. Si no se posee una balanza, se puede utilizar una jarra graduada o medir con cucharas. Las cantidades de azúcar y de aditivos a agregar por cada kilogramo de fresas ya limpias para procesar son las siguientes:

440 g de sacarosa o glucosa (el azúcar puede medirse con una jarra graduada)

1,5 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

17 g de ácido cítrico  
(2 cucharadas soperas al ras)

0,22 g de bisulfito de sodio  
( $\frac{1}{5}$  de una cucharada de café al ras)

0,36 g de ácido ascórbico  
( $\frac{1}{3}$  de una cucharada de café al ras)

1,4 g de lactato de calcio (opcional)  
(1  $\frac{1}{2}$  cucharada de café al ras)

Para decidir qué azúcar usar (glucosa o sacarosa) debemos tener en cuenta que las frutas con glucosa son menos dulces que las frutas con sacarosa.



11 – Los aditivos y el azúcar se colocan juntos en una taza u otro recipiente y se mezclan suavemente para homogeneizar la mezcla.



12 – La mezcla de azúcar y aditivos se agrega al balde con las fresas escaldadas y enfriadas. La fruta, el azúcar y los aditivos se mezclan suavemente con un palo de plástico o de madera hasta que las fresas quedan cubiertas con los sólidos. El balde luego se tapa y se deja equilibrar a la fruta, el azúcar y los aditivos durante 6 días.



13 – A lo largo de estos 6 días, vamos a observar que las fresas largan su propio jugo. Debemos agitar durante este período, al menos dos veces por día, la mezcla de fruta, jugo, azúcar y aditivos. Tengamos cuidado de que los sólidos no sedimenten en el fondo del balde.



14 – ¡Seis días más tarde, las fresas y su jugo están listos para ser envasados! La fruta y su jugo pueden almacenarse en el mismo balde donde los preparamos (¡no olviden ponerle la tapa!). O bien pueden sacarse del balde y envasarse en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad.

Los frascos deben taparse inmediatamente para evitar cualquier contaminación desde el medio ambiente.

La fruta conservada debe almacenarse al abrigo de la luz en un lugar fresco y puede consumirse hasta los 3 o 4 meses, dependiendo de la temperatura y del tipo de envase. Las fresas envasadas en vidrio mantienen su color durante el almacenamiento pero las envasadas en plástico presentan cambios de color, si bien el producto continúa siendo inocuo.



15 – Cada uno de los envases se rotula indicando el nombre y la forma del producto («fresas enteras»), el peso neto, los ingredientes (fresas, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, ácido ascórbico, bisulfito de sodio, lactato de calcio), la fecha de elaboración, la fecha máxima de utilización y el nombre y la dirección del elaborador.



Las fresas enteras conservadas tienen buen aspecto, sabor y aroma y son firmes. Pueden utilizarse tal cual, o como semielaborados para ser procesados posteriormente, o como ingrediente en confitería, en productos de repostería y en productos lácteos – yogur, helado –, para preparar dulces y mermeladas, ensaladas de frutas, bebidas, etc.



32

**En segundo lugar, veamos cómo preparar PURÉ DE FRESAS ESTABLE A TEMPERATURA AMBIENTE.**

**16** – Las fresas escaldadas y enfriadas reservadas para pulpa se procesan rápidamente. El puré se vuelca en un balde (o en un tacho u otro recipiente) limpio provisto de tapa.



**17** – A continuación, se agrega rápidamente a la pulpa una mezcla de azúcar y aditivos. Por cada kilogramo de pulpa se necesita:

440 g de sacarosa o glucosa (el azúcar puede medirse con una jarra graduada)

1,5 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

17 g de ácido cítrico  
(2 cucharadas soperas al ras)

0,22 g de bisulfito de sodio  
(1/5 de una cucharada de café al ras)

0,36 g de ácido ascórbico  
(1/3 de una cucharada de café al ras)

En vez de sorbato de potasio y bisulfito de sodio, puede agregarse vainillina como antimicrobiano. Por cada kilogramo de pulpa, se reemplaza 1,5 g de sorbato de potasio y 0,22 g de bisulfito de sodio por 4,3 g de vainillina (4 1/2 cucharadas de café al ras).





La vainillina es un antimicrobiano natural, proveniente de una planta y su gusto es muy agradable.

18 – La pulpa, el azúcar y los aditivos se mezclan con un palo plástico o de madera. El recipiente se tapa y se deja durante 2 días a fin de lograr el equilibrio entre los distintos componentes. La pulpa y los aditivos deben agitarse al menos dos veces al día para asegurar la uniformidad de la mezcla.

19 – A los dos días, el puré de fresas está listo



para ser envasado. ¡El color de la pulpa es muy

atractivo!

El puré puede envasarse en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad o en envases plásticos flexibles. También puede almacenarse a granel en tambores o en los mismos baldes en que se preparó. Recordemos siempre cerrar los distintos recipientes para que el puré no se contamine desde el exterior.



20 – El producto se rotula indicando el nombre y la forma del producto («puré de fresas»), el peso neto, los ingredientes (fresas, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, ácido ascórbico, bisulfito de sodio), la fecha de elaboración, la fecha máxima de utilización y el nombre y la dirección del elaborador.

Podemos consumir el puré dentro de los 3 o 4 meses, dependiendo de la temperatura de almacenamiento. El color se conserva mejor cuando la temperatura es menor de 20 °C y el puré está envasado en vidrio.



El puré puede consumirse tal cual, o se puede usar para preparar dulces, mermeladas, bebidas frutales, tortas frutales, etc., o como ingrediente en yogures, helados y otros productos lácteos.



(2 cucharadas soperas al ras)

0,32 g de bisulfito de sodio  
(1/4 de cucharada de café al ras)

0,32 g de ácido ascórbico  
(1/3 de cucharada de café al ras).

Después del paso 13, las fresas no se envasan sino que la fruta y el jugo se separan con un colador o tamiz.

22 – Las fresas escurridas se colocan en bandejas



hechas con una malla de acero inoxidable.



34

**Veamos ahora la tecnología para obtener FRESAS ENTERAS DE HUMEDAD INTERMEDIA.**

21 – Los primeros pasos son los mismos utilizados en la elaboración de fresas enteras de alta humedad (pasos 1 a 13), excepto que las cantidades de azúcar y aditivos del paso 10 son diferentes. Aquí agregamos, por kilogramo de fruta, las siguientes cantidades:

291 g de sacarosa o glucosa  
(el azúcar puede medirse en una jarra graduada)

1,3 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

17 g de ácido cítrico

Conservación de fresas



23 – Y el jugo colectado se envasa en botellas, damajuanas u otro recipiente.



variables, tales como tamaño y forma de la fruta; temperatura, humedad, velocidad y dirección del aire; y la forma en que la fruta está soportada durante el secado. En este secadero, con una velocidad de aire de 2 m/s y a una temperatura de 50 °C, el tiempo de secado fue de aproximadamente 6 horas.

Para obtener fresas de humedad intermedia de buena calidad, la temperatura del aire debe estar en el rango de 50-65 °C.



24 – Las bandejas con la fruta se introducen en el secadero.

Debemos cuidar de colocar sólo una capa de fresas sobre la bandeja para que el secado se produzca más rápidamente.

La foto muestra un secadero de bandejas batch, donde las fresas se deshidratan mediante el pasaje de aire caliente a través del lecho de fresas.

Cuando la fruta tiene una humedad entre 20-24 por ciento p/p (esto es 20-24 g de agua / 100 g de fruta parcialmente deshidratada), las bandejas se retiran del secadero.

El tiempo de secado depende de varias





25 – Las fresas parcialmente deshidratadas (también llamadas «fresas de humedad intermedia») se enfrían a temperatura ambiente y luego se envasan en bolsas de polietileno, polipropileno, en frascos de vidrio o en envases de polietileno de alta densidad.

El producto se rotula indicando el nombre y la forma del producto («fresas de humedad intermedia» o «jugo de fresas»), el peso neto, los ingredientes, el día de elaboración, la fecha límite para su consumo y el nombre y lugar del elaborador.

Las fresas de humedad intermedia deben almacenarse en un lugar oscuro y fresco y pueden consumirse dentro del año. Pueden usarse tal cual o como ingredientes en tortas frutales, panecillos dulces, productos lácteos y de confitería. El jugo endulzado puede consumirse dentro de los 3 o 4 meses en forma directa o como ingrediente de bebidas.

36



Conservación de fresas

# CONSERVACIÓN DE ANANÁS

## *Contenido*

### DIAGRAMAS DE PRODUCCIÓN PARA CUATRO TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN

- Ananás (entero o en rodajas) autoestable de alta humedad elaborado por infusión húmeda
- Ananás (entero o en rodajas) autoestable de alta humedad elaborado por infusión seca
- Puré de ananá autoestable
- Ananá de humedad intermedia



El ananá se recolecta en forma manual. La fruta se encuentra firmemente unida a la planta y se requiere cierta fuerza física para extraerla de la misma cuando se cosecha. Cada planta sostiene una sola fruta.

Se debe cosechar la fruta madura, cuando la mitad o un cuarto de la cáscara presentan color amarillo. Si la fruta se cosecha totalmente madura, no es adecuada para ser transportada a largas distancias ni tampoco para el procesamiento. Por el contrario, si la fruta no está madura, no desarrollará buen color, sabor y aroma. Por ello debe seleccionarse el grado de madurez adecuado para la cosecha. Debemos dejar la corona del fruto unida al mismo hasta el procesamiento, y tener cuidado de no dañar estas hojas.

38



Cualesquiera sea la forma en que transportemos la fruta hasta el lugar de procesamiento, debemos tener cuidado de evitar daños por compresión y/o impacto. Observemos esta figura. ¿Notan que hay muchas frutas amontonadas?



Conservación de ananá

Los ananás no soportan el peso de muchos otros frutos encima, y también se dañan cuando se mueven durante el transporte. Tratemos entonces de colocarlos en cajones y de no sobrellenar los mismos para poder apilarlos.

En lo posible, los frutos deben procesarse dentro de los dos días de cosechados. Si esto no puede hacerse, recordemos que los ananás maduros pueden guardarse a 8-12 °C durante dos semanas.

*Explicaremos ahora en detalle cuatro técnicas combinadas muy sencillas para conservar ananá. Prepararemos ananá (entero o en rodajas) autoestable de alta humedad; puré de ananá autoestable y ananá de humedad intermedia.*



Estas técnicas de conservación tienen algunos pasos preliminares en común. Veámoslos en primer lugar.

1 – Antes de comenzar, debemos lavar nuestras manos. En el listado de cosas a realizar el lavado de las manos debe ser la actividad número uno. Para ello usamos agua y jabón, restregamos bien las manos y entre los dedos y limpiamos nuestras uñas con un cepillo.

Lavemos también nuestras manos antes de cada operación. Y después de ir al sanitario, ayudar a los niños en el sanitario, y cada vez que nuestras manos entren en contacto con la saliva, la nariz y los fluidos corporales.

También lavemos las tablas para cortar, los platos, tazones, baldes, utensilios y la mesa de preparación con agua jabonosa antes y después de cada operación.

¡Mantengamos limpios todos los materiales y equipos de procesamiento y también mantengámonos limpios nosotros mismos!



2 – Seleccionamos la fruta a ser procesada, separando la fruta deteriorada de aquella libre de defectos y enfermedades. La fruta debe tener color y madurez uniformes.



3 – La corona y la cáscara, como así también los «ojos» de la pulpa, se remueven con un cuchillo filoso. También debemos descartar todas las áreas marrones y oscuras de la fruta.



39



4 – Los ananás pelados se lavan con agua corriente y se escurren.



5 – La fruta lavada se corta en rodajas de aproximadamente dos centímetros. Para preparar las rodajas de ananá de alta humedad por infusión húmeda, se extrae también la parte central de las mismas. Para las otras técnicas de conservación, cada rodaja se corta en cuatro triángulos. También podemos conservar ananá pelado entero (sin cortar) mediante infusión húmeda.



6 – Luego, la fruta a conservar mediante cada una de las técnicas combinadas se separa y se pesa. Si no tenemos una balanza, se puede usar una jarra graduada como la que se utiliza en la cocina para medir líquidos, azúcar y harina. En este caso, podemos considerar que una jarra de dos litros llena con triángulos de ananá contiene aproximadamente un kilogramo de fruta y que ocho anillos (espesor: 2 cm, diámetro: 9 cm) pesan aproximadamente un kilogramo. O, mejor, podemos pesar previamente la jarra llena de los trozos de ananá en un negocio cercano para tener un valor más exacto del peso.



40



Conservación de ananá

7 – El próximo paso consiste en calentar en vapor los trozos de fruta durante unos pocos minutos. Este tratamiento se denomina «escaldado» y se realiza para inactivar ciertos compuestos que alteran el color y la firmeza de la fruta y también para destruir microorganismos.

Para escaldar la fruta en vapor, sólo se necesita un calentador, un recipiente de acero inoxidable con una tapa y una bandeja de acero inoxidable perforada o construida con una malla para soportar la fruta. Se vierte un poco de agua en el recipiente, se coloca la tapa y se calienta hasta que el agua entre en ebullición vigorosa para eliminar el aire del recipiente y generar suficiente vapor antes de introducir la fruta.



Primero prepararemos ANANÁS DE ALTA HUMEDAD mediante la técnica denominada INFUSIÓN HÚMEDA.

8 – Los anillos de ananá se colocan en forma de monocapa sobre la bandeja del escaldador. Se saca rápidamente la tapa del recipiente, se coloca la bandeja y, tan pronto como sea posible, se

repone la tapa. Los anillos se exponen al vapor durante dos minutos, teniendo cuidado de que la bandeja no toque el agua en ebullición. La bandeja debe colgar de las paredes del escaldador.



9 – A los dos minutos, los anillos se sacan del baño de vapor y se vierten rápidamente en agua fría durante unos minutos para su enfriamiento, minimizando así los daños que causa el tratamiento térmico.



41



10 – Los anillos se extraen del agua fría y se escurren con un colador o un tamiz, colocándolos luego en un balde limpio con tapa



11 – Si queremos conservar los ananás enteros, no como anillos, el escaldado a vapor debe durar cinco minutos. No debemos poner muchas frutas al mismo tiempo sobre la bandeja para que el vapor tenga fácil acceso a toda la superficie de la fruta.



12 – Después del escaldado, los ananás enteros se enfrían inmediatamente en agua y luego se escurren y se colocan en un tacho limpio u otro recipiente provisto de tapa.



13 – A continuación, se prepara un almíbar con agua, azúcar y algunos aditivos. La cantidad de agua, azúcar y aditivos se determina en base al peso de la fruta. Las siguientes cantidades corresponden a un kilogramo de ananá, ya sea entero o cortado en anillos:



Conservación de ananá

0,84 l de agua corriente

559 g de sacarosa o glucosa  
(el agua y el azúcar pueden medirse  
con una jarra graduada)

2,4 g de sorbato de potasio  
(3 cucharadas de café al ras)

18 g de ácido cítrico  
(2 cucharadas soperas al ras)

0,36 g de bisulfito de sodio  
(1/4 cucharada de café al ras)

Primero se pesan el azúcar y los aditivos y se mezclan bien en un recipiente. Luego, esta mezcla se agrega gradualmente al agua, agitando bien con un palo de madera o de plástico hasta que todos los sólidos se hayan disuelto y el líquido esté transparente.

14 – El almíbar se vierte sobre los anillos de ananá. La fruta y el líquido se agitan suavemente. Recordar que siempre debemos colocar la tapa al recipiente para que la fruta no se contamine con polvo, suciedad, barro u otros materiales u organismos, tales como microbios e insectos. Los anillos deben estar inmersos durante seis días hasta alcanzar el equilibrio con el almíbar. Durante este tiempo, debe homogeneizarse el sistema al menos dos veces diarias mediante agitación suave con un palo de madera o de plástico. El recipiente debe estar a la sombra. Si se está trabajando con ananá entero, la fruta, una vez escaldada y enfriada, se vierte en un tacho que ya contiene el almíbar con los aditivos. Para llegar al equilibrio, los ananás deben estar sumergidos al menos durante diez días. No



olvidemos agitar el contenido del recipiente dos veces al día durante este período. Y almacenemos el mismo en un lugar fresco.

Seis días después, en el caso de los anillos, o diez días después, en el caso del ananá entero, la fruta está lista para ser envasada. La apariencia de la fruta tratada es muy similar a la de la fruta fresca, pero estos ananás pueden ser guardados por un tiempo mucho mayor.

15 – Luego la fruta (anillos o ananá entero) se escurre.

Los anillos se envasan en forma apretada en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad, en tachos plásticos o en tambores. Los anillos se cubren con parte del almíbar y luego los recipientes se cierran. Los ananás enteros se pueden almacenar a granel en tachos o en tambores, cubiertos con almíbar, para su posterior procesamiento o consumo.

16 – Los envases se rotulan con el nombre y forma del producto («anillos de ananá» o «ananá»





Prepararemos ahora ANANÁS DE ALTA HUMEDAD por la técnica de INFUSIÓN SECA.

17 - Los triángulos de ananá se escaldan en vapor durante un minuto y medio.



entero), los ingredientes (ananá, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), el peso neto, la fecha de elaboración, la fecha límite de consumo y el nombre y lugar del elaborador.

El ananá (entero o en anillos) de alta humedad puede ser consumido dentro de los ocho meses, directamente como tal, o usado en la preparación de mermeladas, dulces, bebidas frutales, tortas frutales, ensalada de frutas, etc., o como ingrediente de yogures, helados y otros productos lácteos.

18 - Luego se enfrían rápidamente en agua durante unos pocos minutos.



19 - La fruta se escurre y se coloca en un balde

44



Conservación de ananá



u otro recipiente limpio y provisto de tapa.



20 – A continuación, se agrega a los triángulos de ananá una mezcla de azúcar y aditivos con la siguiente composición por cada kilogramo de triángulos de ananá:

291 g de sacarosa o glucosa  
(el azúcar puede medirse con una jarra graduada)

1,3 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

9 g de ácido cítrico  
(1 cucharada sopera al ras)

0,20 g de bisulfito de sodio  
(1/5 cucharada de café al ras)

No debemos olvidarnos de mezclar bien el azúcar y los aditivos antes de incorporarlos a la fruta.

21 – La fruta, el azúcar y los aditivos se agitan suavemente con un palo plástico o de madera



hasta que todos los triángulos de ananá se cubran bien con los sólidos. Tapamos el recipiente y lo dejamos durante seis días en un lugar fresco. Durante este tiempo la fruta expulsa su propio jugo. Tomemos la precaución de mezclar suavemente la fruta, su jugo y los sólidos dos veces diarias para evitar que los sólidos se sedimenten en el fondo.

22 – Seis días más tarde, la fruta con su propio jugo está lista para ser envasada. ¡Observemos



estos triángulos de ananá! ¡Ellos se ven muy sabrosos!

23 – La fruta y el jugo pueden envasarse en el

45



mismo balde o recipiente donde fueron preparados (¡no olvidemos colocar la tapa!) o



bien en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad. Los frascos también deben cerrarse rápidamente para evitar contaminaciones.

46

24 – Cada envase se rotula indicando el nombre y la forma del producto («trozos de ananá»), peso neto, los ingredientes (ananá, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), la fecha de manufactura, la fecha límite de consumo, y el nombre y el lugar del elaborador.



Conservación de ananá

Los triángulos de ananá pueden almacenarse en un lugar fresco durante ocho meses.

Este producto puede consumirse como está, o usarse para preparar dulces, mermeladas, ensaladas de fruta, bebidas frutadas, etc. o como ingrediente en productos lácteos y de confitería. También puede almacenarse a granel como producto semielaborado.

A continuación vamos a conservar  
**PURÉ DE ANANÁ.**

25 – Los ananás escaldados y enfriados reservados para pulpa se procesan rápidamente. El puré se coloca en un balde o tacho limpio con una tapa.



26 – Luego, se agrega rápidamente una mezcla de azúcar y aditivos. Por cada kilogramo de pulpa se necesita:

291 g de sacarosa o glucosa  
(el azúcar se puede medir con una jarra graduada)

1,3 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

9 g de ácido cítrico  
(1 cucharada sopera al ras)

0,32 g de bisulfito de sodio  
(1/4 cucharada de café al ras)



También podemos agregar como conservador vainillina en lugar de sorbato de potasio. Por cada kilo de pulpa, 1,3 g de sorbato de potasio se reemplazan por 3,9 g de vainillina (4 cucharadas de café al ras). La vainillina es un conservador natural derivado de la chaucha de la vainilla y le agrega un sabor y un aroma muy agradables al ananá.

27 – El azúcar, los aditivos y la pulpa se mezclan bien con un palo plástico o de madera. Luego el balde se cierra y se deja durante dos días. La pulpa y los aditivos se agitan cuidadosamente dos veces al día para homogeneizar la mezcla.



28 – Después de dos días, el puré puede ser envasado en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad o en bolsas flexibles. También puede almacenarse a granel en tachos, tambores, o en el mismo balde donde fue preparado. Tengamos siempre la precaución de cerrar los recipientes para evitar contaminaciones externas.



29 – Cada envase debe rotularse indicando el nombre y la forma del producto («puré de ananá»), peso neto, los ingredientes (ananá, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), la fecha de manufactura, la fecha límite de consumo, y el nombre y el lugar del elaborador.

El puré de ananá es estable a temperatura ambiente durante 6 a 8 meses de acuerdo a la temperatura de almacenamiento y al tipo de envase. La mayor duración se obtiene cuando el puré se envasa en recipientes de vidrio y se almacena a temperaturas menores que 25 °C. El puré puede consumirse tal cual o utilizarse para preparar dulces, mermeladas, bebidas frutales, tortas frutales, etc., o como ingrediente en yogur, helado y otros productos lácteos.

Finalmente, mostraremos cómo elaborar ANANÁ DE HUMEDAD INTERMEDIA.

30 – Los primeros pasos coinciden con aquellos seguidos para preparar triángulos de ananá (pasos 17 al 22).

Después del paso 22, el producto en lugar de envasarse se separa en fruta y en jugo utilizando un colador o tamiz.

48



Conservación de ananá

31 – Los triángulos de ananá escurridos se secan parcialmente en aire caliente. Para ello, los mismos se disponen sobre una bandeja constituida por una malla de acero inoxidable. Debe tomarse la precaución de poner solamente una capa de triángulos sobre toda la superficie de la bandeja para que el secado proceda a mayor velocidad.



32 – El jugo se envasa en botellas, damajuanas u otros recipientes. ¡Notemos que es jugo de ananá es estable!



33 – La bandeja con los triángulos de ananá se introduce en el secador. Aquí podemos observar un secador de bandejas batch, en el que los trozos de ananá se deshidratan por aire caliente a través del lecho de fruta.



34 – La bandeja se saca del secador cuando la humedad de la fruta está en el rango 15-20 por ciento p/p (esto es 15-20 g de agua / 100 g de fruta parcialmente deshidratada).

El tiempo de secado depende de varias variables, tales como el tamaño y la forma de la fruta; la temperatura, humedad, velocidad y dirección del aire, y la forma en que los pedazos de fruta están expuestos al aire durante el secado.

En este secador, el tiempo de secado fue de aproximadamente 5 horas a 60 °C utilizando una velocidad de aire de 2 m/s.

35 – Cada envase debe rotularse indicando el nombre y la forma del producto («ananá de



50

humedad intermedia» o «jugo de ananá»), peso neto, los ingredientes (ananá, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), la fecha de manufactura, la fecha límite de consumo, y el nombre y el lugar del elaborador. El ananá de humedad intermedia debe almacenarse en un lugar fresco y puede ser consumido durante un año. Se puede usar como tal, como snack o como ingrediente en tortas frutales, productos lácteos y de confitería. El jugo de ananá azucarado puede consumirse tal cual o ser utilizado como ingrediente en formulaciones de bebidas. El mismo puede almacenarse durante 6 a 8 meses en un lugar fresco al abrigo de la luz.

Conservación de ananá



# CONSERVACIÓN DE DURAZNOS

## *Contenido*

### DIAGRAMAS DE PRODUCCIÓN PARA CUATRO TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN

- Durazno (en mitades) autoestable de alta humedad elaborado por infusión húmeda
- Durazno (en mitades) autoestable de alta humedad elaborado por infusión seca
- Puré de durazno autoestable
- Durazno de humedad intermedia





Para la conservación deben seleccionarse aquellas variedades de durazno de pulpa firme. El mejor momento para la cosecha coincide con el cambio de color de la fruta de verde a amarillo (o blanco según la variedad). Los duraznos madurados en la planta tienen la mejor calidad para el consumo directo pero se magullan fácilmente y no resisten el procesamiento porque son demasiado blandos y se deterioran rápidamente. Por el contrario, si la cosecha es muy temprana, la maduración será incompleta y la calidad de la fruta una vez madurada no será adecuada.

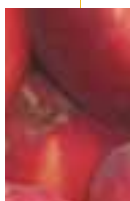
Debe tenerse en cuenta que el durazno madura en forma despareja y debe cosecharse manualmente en forma secuencial (3 a 6 recolecciones) durante un intervalo de 8 a 12 días. La cosecha se hace al amanecer, cuando todavía el clima está fresco.

Para transportar las frutas pueden utilizarse cajones, cajas plásticas o de madera y vasijas. En cualquier caso la carga no debe ser mayor de 3 capas de duraznos para evitar el aplastamiento. No es aconsejable utilizar bolsas flexibles, ya que éstas no brindan suficiente protección contra el daño por manipuleo y transporte.

Debemos procesar el durazno en el mismo día en que se realizó la cosecha, pues la fruta se ablanda rápidamente a temperatura ambiente (20-40 °C). Por lo tanto, ¡no los debemos dejar al sol! Hasta que los utilicemos, debemos guardarlos a la sombra.

Es muy sencillo conservar los duraznos.

*Vamos a explicar cómo preparar duraznos en mitades de alta humedad (parecidos a los duraznos frescos), puré de durazno y duraznos de humedad intermedia.*



Cualesquiera sea la forma que elijamos para la conservación, los primeros pasos son comunes. Veamos.

1 – Primero, debemos lavar nuestras manos. En el listado de cosas a realizar el lavado de las manos debe ser la actividad número uno. Para ello usamos agua y jabón, restregamos bien las manos y entre los dedos y limpiamos nuestras uñas con un cepillo.

Lavemos también nuestras manos antes de cada operación. Y después de ir al sanitario, ayudar a los niños en el sanitario, y cada vez que nuestras manos entren en contacto con, la nariz, la saliva y otros fluidos corporales.

También lavemos las tablas para cortar, los platos, tazas, baldes, utensilios y la mesa de preparación con agua jabonosa antes y después de cada operación.



¡Mantengamos limpios todos los materiales y equipos de procesamiento y también mantengámonos limpios nosotros mismos!

2 – Los duraznos se lavan con agua corriente para eliminar el polvo, la tierra y los restos de pesticidas e insecticidas.



Luego, la fruta se escurre y se pela con un cuchillo filoso.

Las zonas que muestran magulladuras, color oscuro o marrón u otro tipo de deterioro deben eliminarse. Si notamos un hongo, debemos cortar una sección grande alrededor del mismo y desecharla.

Luego, los duraznos se abren (o se cortan) en mitades y se descarozan.

3 – Inmediatamente, las mitades de durazno se lavan y se escurren con un tamiz o colador. Las mejores mitades se seleccionan para preparar durazno en mitades de alta humedad y las otras



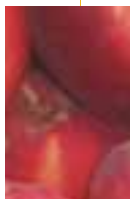
se destinan a la elaboración de puré o de durazno de humedad intermedia.

4 – La fruta separada para cada técnica de conservación se pesa rápidamente. Si no disponemos de una balanza, utilizamos una jarra graduada como la que empleamos para medir líquidos, azúcar y harina en nuestras cocinas. En este caso, podemos considerar que una jarra de 2 litros llena con mitades de durazno de tamaño medio puede contener aproximadamente un kilogramo de fruta.

Este paso debe realizarse tan rápido como sea posible pues la fruta pelada y cortada se vuelve marrón cuando se la expone al aire. El pardeamiento de la fruta puede demorarse si rociamos su superficie con un poco de jugo de limón.

¡La fruta ahora está lista para aplicar las distintas técnicas de conservación!

54



Conservación de durazno

Para empezar, vamos a explicar cómo preparar DURAZNOS EN MITADES DE ALTA HUMEDAD. Existen dos maneras de elaborar estos duraznos similares a los frescos. Veamos el primer método, llamado «INFUSIÓN HÚMEDA» .

5 – Después de pelarlos, las mitades de durazno se colocan (en poca cantidad) sobre una bandeja perforada de acero inoxidable, formando una monocapa de mitades. La bandeja se introduce en un baño de vapor de agua durante dos minutos. Esta operación se llama «escaldado» y se realiza para inactivar algunos compuestos que provocan el pardeamiento y el ablandamiento de la fruta y para inactivar microorganismos.

Para escaldar las frutas en vapor, sólo necesitamos un calentador, una cacerola u otro recipiente de acero inoxidable con tapa, y una bandeja perforada o hecha con una malla (también de acero inoxidable) para sostener la fruta. Vertemos muy poca agua en el recipiente, le colocamos la tapa, calentamos y dejamos que el agua entre en ebullición vigorosamente para generar vapor y desplazar el aire, antes de introducir la fruta.



6 – Después de dos minutos, las mitades de durazno se sacan del baño de vapor y se vuelcan rápidamente en agua fría durante unos minutos para su enfriamiento. Este paso es importante ya que el calor ablanda la fruta y el enfriamiento en agua disminuye la magnitud del daño.



7 – Las mitades se sacan del agua de enfriamiento y se escurren con un colador o tamiz. Luego se colocan en un recipiente limpio.



8 – A continuación, se prepara un almíbar con azúcar, agua y aditivos. Las cantidades de cada compuesto por kilogramo de durazno ya preparado para su conservación son las siguientes:

0,85 litros de agua corriente

852 g de sacarosa o glucosa  
(el agua y el azúcar pueden medirse con una jarra graduada)

2,7 g de sorbato de potasio  
(2 cucharas de té al ras)

34 g ácido cítrico  
(4 cucharas soperas al ras)

0,41 g de bisulfito de sodio  
( $\frac{1}{3}$  cucharita de café al ras)



Primero, todos los aditivos y el azúcar se pesan y se mezclan bien.

Luego, esta mezcla se agrega al agua gradualmente, agitando con un palo de madera o



de plástico, hasta que todos los sólidos se disuelvan y el líquido esté transparente.

Como azúcar, puede utilizarse glucosa o sacarosa, pero debemos recordar que la sacarosa imparte un gusto más dulce a la fruta.

9 – El jarabe con los aditivos se vuelca encima de las mitades de durazno. La fruta se mezcla



bien con el jarabe con ayuda de un palo de plástico o de madera.

10 – El recipiente se tapa para evitar la contaminación de la fruta con polvo, suciedad, microorganismos u otro material extraño.

Las mitades de durazno se dejan sumergidas en el almíbar durante siete días en un lugar fresco hasta alcanzar el

equilibrio. Durante este tiempo, el contenido del recipiente debe agitarse al menos dos veces al día para favorecer la homogeneización.

Al cabo de siete días, las mitades de durazno están listas para ser envasadas.

¡Observemos la foto! Las mitades se asemejan bastante a la fruta fresca o a la fruta enlatada.

11 – La fruta se escurre y se envasa en frascos de vidrio o polietileno de alta densidad, colocando las mitades bien apretadas entre sí.

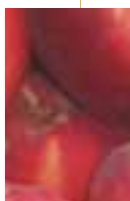
Conservación de durazno



Las mitades se cubren luego con un poco del almíbar. También la fruta puede envasarse a granel en baldes, tachos o tambores plásticos provistos de tapa, siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente en el caso de frascos.

Los distintos recipientes se cierran y se almacenan en un lugar fresco y al abrigo de la luz para evitar cambios en el color, ya que los pigmentos del durazno son muy sensibles a la luz.

Podemos almacenar estos duraznos a temperatura ambiente. ¡No necesitamos nada más para su conservación! Por eso decimos que estos



duraznos son «autoestables» . Estos duraznos se conservan con buena calidad durante cuatro meses. Después de esta fecha, el producto puede ser inocuo todavía pero no tendrá su mejor calidad sensorial.

12 – En cada envase se coloca un rótulo indicando el nombre y la forma de la fruta («duraznos en mitades»), el peso neto, los ingredientes (duraznos en mitades, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), la fecha de elaboración, la fecha límite de consumo y el nombre y dirección del elaborador.

Estos duraznos pueden consumirse tal cual, o pueden usarse para preparar dulces y mermeladas, o como ingredientes en productos lácteos, de confitería o como semielaborados para ser posteriormente procesados fuera de estación.

Los pedazos de fruta pueden usarse en ensaladas de frutas, salsas de «barbacoa», pizzas, formulaciones de bebidas frutales, tortas frutales u otras preparaciones.

**Ahora, prepararemos DURAZNO EN MITADES DE ALTA HUMEDAD, por el segundo método, denominado INFUSIÓN SECA.**



13 – En vez de hacer un almíbar, el azúcar y los aditivos (previamente bien mezclados) se agregan directamente a las mitades de duraznos escaldadas y enfriadas. Por cada kilogramo de durazno en mitades deben incorporarse:

440 g de sacarosa o glucosa

1,5 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

0,22 g de bisulfito de sodio  
(<sup>1</sup>/<sub>5</sub> cucharada de café al ras)

17 g de ácido cítrico  
(2 cucharadas soperas al ras)



14 – La mezcla se agita suavemente con un palo de plástico o de madera hasta que todas las mitades quedan recubiertas con los sólidos. El recipiente se tapa y se deja durante siete días para que se alcance el equilibrio. En este proceso, parte del jugo es extraído de la fruta. Este jugo, las mitades y los aditivos y el azúcar deben agitarse cuidadosamente al menos dos veces diarias para uniformizar la mezcla y para evitar que los sólidos sedimenten en el fondo del recipiente.



16 – Las mitades de durazno con su propio jugo se envasan en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad, o pueden almacenarse a granel en tachos, tambores o en los mismos baldes en que fueron preparadas. Recordemos tapar los recipientes, una vez envasada la fruta, para evitar la contaminación externa.

El producto se rotula con el nombre y la forma del producto («durazno en mitades»), el peso neto, los ingredientes (duraznos en mitades, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), la



58

15 – Después de los siete días, las mitades de durazno con su propio jugo están listos para ser envasados y almacenados.

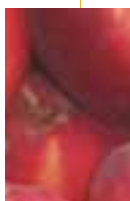


fecha de elaboración, la fecha límite de consumo, y el nombre y el lugar del elaborador.

La fruta así conservada puede consumirse dentro de los tres o cuatro meses, según la temperatura de almacenamiento. Se conserva mejor si la temperatura es menor de 25 °C y el durazno se envasa en vidrio.

Al igual que en el caso de la preparación por inmersión húmeda, estos duraznos pueden ser consumidos como tal, o se pueden

Conservación de durazno



destinar a la elaboración de dulces, mermeladas, bebidas frutales, tortas frutales, o usarse como ingredientes en productos lácteos, etc.

**A continuación, mostraremos cómo conservar PURÉ DE DURAZNO.**



17 - Las mitades de durazno escaldadas y enfriadas que fueron reservadas para pulpa se procesan rápidamente y el puré se vuelca en un balde u otro recipiente limpio provisto de tapa.

18 - Luego se agrega a la pulpa de durazno una mezcla de azúcar y aditivos. Por cada kilogramo de pulpa se necesitan:

440 g de sacarosa o glucosa  
(puede medirse con una jarra graduada)

1,5 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

17 g de ácido cítrico  
(2 cucharadas soperas al ras)

0,36 g de bisulfito de sodio  
( $\frac{1}{4}$  cucharada de café al ras)

También puede emplearse, en lugar de sorbato de potasio, vainillina. Por cada kilogramo de pulpa, 1,5 g de sorbato de potasio se reemplazan por 4,3 g de vainillina (4 cucharadas de café al ras). ¡La vainillina es un antimicrobiano natural que le da a la fruta un sabor muy agradable!

19 - La pulpa, el azúcar y los aditivos se mezclan



bien con un palo de plástico o de madera.





20 – El recipiente se cierra y se deja en reposo durante dos días. En ese período, el contenido debe mezclarse al menos dos veces al día para homogeneizar la mezcla.

Al cabo de dos días, el puré puede ya ser envasado.



60

21 – El puré de durazno se envasa en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad, o en envases plásticos flexibles. También puede envasarse a granel en tachos, tambores o en los



Conservación de durazno

mismos baldes donde fue elaborado. Recordemos siempre cerrar los distintos recipientes a fin de evitar contaminaciones desde el exterior.

22 – El producto se rotula con el nombre y la forma del producto («puré de durazno»), los ingredientes (pulpa de durazno, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio), el peso neto, la fecha de elaboración, la fecha límite de consumo y el lugar y nombre del elaborador.

La fruta así conservada puede consumirse dentro de los tres o cuatro meses, según la temperatura de almacenamiento. Se conserva mejor si la temperatura es menor de 25 °C y el durazno se envasa en vidrio.

Al igual que en el caso de la preparación por inmersión húmeda, estos duraznos pueden ser consumidos como tal, o se pueden destinar a la elaboración de dulces, mermeladas, bebidas frutales, tortas frutales, o usarse como ingredientes en productos lácteos.



Elaboraremos ahora DURAZNOS DE HUMEDAD INTERMEDIA.

23 – Para obtener duraznos de humedad intermedia, las mitades de duraznos se cortan en rodajas y se escaldan en vapor durante un minuto.



24 – Las rodajas se extraen del baño de vapor y se enfrían rápidamente en agua corriente.



25 – Luego, las rodajas se escurren y se colocan en un balde limpio.



26 – A continuación, se agrega sobre las rodajas una mezcla de azúcar y aditivos. Por kilogramo de rodajas de durazno, las cantidades de la mezcla son las siguientes:

291 g de sacarosa o glucosa  
(el azúcar puede medirse con una jarra graduada)

1,3 g de sorbato de potasio  
(1 cucharada de té al ras)

16 g de ácido cítrico  
(2 cucharadas soperas al ras)

0,32 g de bisulfito de sodio  
(1/4 cucharada de café al ras)



La mezcla se agita con un palo de madera o de plástico y se deja durante cinco días. Dos veces al día durante este período se remueve la mezcla a fin de homogeneizar el contenido.



inoxidable en forma de monocapa (para que el secado sea más rápido).



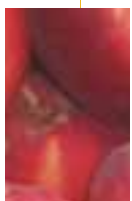
62



27 - Después de los cinco días, la fruta y su propio jugo se separan usando un colador o tamiz.

28 - El jugo colectado se envasa en botellas, damajuanas u otros recipientes. ¡Puede consumirse tal cual está! Las rodajas de durazno se secan parcialmente con aire caliente. Para ello, se esparcen sobre una bandeja realizada con una malla de acero

29 - Observemos este equipo. Es un secadero por lotes. La fruta se coloca en la cámara y se deshidrata mediante el pasaje de aire caliente a través de las bandejas. Cuando la humedad de la fruta se ha reducido al valor deseado, la fruta se extrae del secador. Entonces, primero introducimos las bandejas con las rodajas de durazno en el secador.  
30 - Cuando la



humedad de la fruta está en el rango 19-25 por ciento (esto es 19-25 g de agua / 100 g de fruta parcialmente deshidratada), las bandejas se sacan del secador.

El tiempo de secado depende de varias variables, tales como tamaño y forma de la fruta; temperatura, humedad, velocidad y dirección de flujo del aire; y forma de exposición de la fruta al aire caliente.

En este secadero, utilizando una velocidad de aire de 2 m/s y una temperatura de 65 °C, el tiempo de secado fue de aproximadamente tres horas.



31 – El durazno parcialmente deshidratado (también denominado «durazno de humedad intermedia») se enfría a temperatura ambiente y se envasa en bolsas de polietileno o polipropileno o en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad. El producto se rotula indicando el nombre y la forma del producto («durazno de humedad intermedia»), el peso neto, los ingredientes, la fecha de elaboración, la fecha límite de uso y el lugar y el nombre del elaborador.

Los duraznos de humedad intermedia deben almacenarse en un lugar fresco. Pueden consumirse hasta el año en forma directa como snacks, o como ingrediente de tortas frutales, productos lácteos y en confitería. El jugo de durazno endulzado, con todo el aroma y el sabor naturales, puede beberse tal cual o usarse como ingrediente en la formulación de bebidas; su duración es de 3-4 meses.



## C. RECOMENDACIONES

Veamos algunos aspectos relacionados a la calidad y a la inocuidad que debemos tener en cuenta cuando usamos estas técnicas para conservar frutas.

- No debemos dejar la fruta preparada (es decir, después de que se escaldada y se enfría) a temperatura ambiente por más de una hora sin agregarle el azúcar y los aditivos. ¡Los microorganismos pueden crecer y deteriorar la fruta! Además, la fruta puede ponerse marrón. Debemos tener listo todo aquello que vamos a necesitar antes de procesar la fruta: utensilios, recipientes, mesa de preparación, escaldador y secador.
- Todos los aditivos empleados son inocuos en las cantidades usadas en estas tecnologías. Cada aditivo se agrega a la fruta con un propósito específico. El sorbato de potasio, la vainillina y el bisulfito de sodio son antimicrobianos y retardan el crecimiento de microorganismos. El bisulfito de sodio también actúa como agente antipardecimiento, previniendo el deterioro de color, y como agente antioxidante, mejorando la retención de algunas vitaminas. El ácido cítrico es necesario para controlar la acidez de la fruta, facilitando la acción de los conservadores. El lactato de sodio impide el ablandamiento de la fruta. El ácido ascórbico, además de ser una vitamina, actúa como antioxidante y reduce el pardecimiento. Por ello, todos los aditivos empleados son necesarios.

¡No olvidemos ninguno! Y agreguemos la cantidad necesaria, ni más ni menos.

- El agregado de azúcar es también muy importante. No sólo hace a la fruta más apetecible sino que reduce la cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano.
- El escaldado es otro punto clave. Si no se destruyen las sustancias (llamadas «enzimas» ) que producen pardecimiento, olores desagradables y/o ablandamiento de los tejidos, la fruta se va a deteriorar.

Las altas temperaturas también matan los gérmenes. Cuidemos de que la fruta esté expuesta a grandes cantidades de vapor. De lo contrario, la temperatura no será suficiente para inactivar las enzimas y destruir los microorganismos.

- Los microorganismos viven en todas partes. Incluso pueden encontrarse en todos los productos agrícolas. La mayoría de ellos no nos causará daño pero algunos son nocivos y nos pueden enfermar. Debemos reducir y/o eliminar los gérmenes y/o prevenir la introducción de microorganismos indeseables en las frutas. Los microorganismos peligrosos pueden pasar a la fruta limpia desde varias fuentes: desde la fruta fresca, los animales, las personas, los recipientes y utensilios sucios y los excrementos animales y humanos. Sigamos las siguientes reglas para proteger nuestra fruta:

- Mantener limpios los platos, baldes, utensilios, tablas de cortar y todo lo que está sobre la mesa de preparación.
- Poner los recipientes con los desperdicios en el suelo y no en la mesa.
- No tocar la fruta fresca cuando estamos manipulando la fruta escaldada y lavada. No poner nunca la fruta escaldada en una taza o plato que haya tenido fruta fresca

antes de lavarlo. Lavar y secar nuestras manos antes de preparar las frutas y durante las distintas etapas de la preparación, después de ir a los sanitarios, ayudar a los niños en el baño, tocar a las mascotas, etc. Mantenernos limpios.

- Sacar la parte dañada de las frutas frescas. Deben descartarse las frutas atacadas por microorganismos.
- Los recipientes y bolsas para envasar las frutas ya conservadas deben mantenerse limpios y no deben usarse con otros fines.
- Usar agua de buena calidad.
- No dejar entrar al ganado y a los animales domésticos al lugar de procesamiento de las frutas. Estar alertas ante la presencia de roedores e insectos.
- Cubrir la fruta durante las distintas etapas de procesamiento para que no se contamine.

## D. MATERIALES Y EQUIPOS DE PROCESAMIENTO

### Materiales

Baldes plásticos con tapa de 20 l  
Tachos plásticos con tapa de 50 l  
Tazones de plástico  
Pala de plástico o de madera para agitar  
Colador  
Cucharas soperas, cucharas de té, cucharas de café  
Jarra graduada de 2 l  
Jarras varias  
Tabla para cortar  
Cuchillos  
Frascos de vidrio o de plástico de alta densidad con tapa  
Botellas con tapa  
Bolsas de polietileno o de polipropileno  
Mesa o mesada de preparación

### Sustancias químicas

Sacarosa o glucosa  
Sorbato de potasio  
Ácido cítrico  
Ácido ascórbico  
Bisulfito de sodio  
Lactato de calcio  
Vainillina

### Equipos

Balanza  
Escaldador  
Pulpeador  
Secadero en bandejas de lotes

## E. BIBLIOGRAFÍA

- Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving shelf-life of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology* 7: 179-187.
- Alzamora, S.M., Gerschenson, L.N., Cerrutti P. y Rojas, A.M. 1989. Shelf stable pineapple for long-term non refrigerated storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 22: 233-236.
- Alzamora, S.M., Tapia, M.S., Argaiz, A. y Welti, J. 1993. Application of combined method technology in minimally processed fruits. *Food Research International* 26: 125-130.
- Alzamora, S.M., Cerrutti, P., Guerrero, S. y López-Malo, A. 1995. Minimally processed fruits by combined methods. In *Food preservation by moisture control - fundamentals and applications* (pp. 463-492). Lancaster, USA, Eds. Welti-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G., Technomic Pub. Co.
- Alzamora, S.M., Tapia, M.S. y Welti-Chanes, J. 1998. New strategies for minimal processing of foods: the role of multi-target preservation. *Food science and technology international* 4: 353-361.
- Alzamora, S.M., López-Malo, A. y Tapia de Daza, M.S. 2000a. Overview. In *Minimally processed fruits and vegetables-fundamental aspects and applications*. (pp. 1-9). Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M. Tapia, M.S & López-Malo, A. Aspen Publishers, Inc.
- Alzamora, S.M., Castro, M.A., Vidales, S.L., Nieto, A.B. y Salvatori, D. 2000b. The roll of tissue microstructure in the textural characteristics of minimally processed fruits. In *Minimally processed fruits and vegetables. fundamental aspects and applications* (pp. 153-171). Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia, M.S. & López Malo, A. Aspen Publishers, Inc.
- Alzamora, S.M., Fito, P., López-Malo, A., Tapia, M.S. y Parada-Arias, E. 2000c. Minimally processed fruit using vacuum impregnation, natural antimicrobial addition and/or high hydrostatic pressure techniques. In *Minimally processed fruits and vegetable- fundamental aspects and applications* (pp. 293-315). Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia, M.S. & López-Malo, A. Aspen Publishers, Inc.
- Argaiz, A., López-Malo, A. y Welti-Chanes, J. 1995. Considerations for the development and stability of high moisture fruit products during storage. In *Food preservation by moisture control - fundamentals and applications* (pp. 729-760). Lancaster, USA, Eds. Welti-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G., Technomic Pub. Co.
- Cerrutti, P. y Alzamora, S.M. 1996. Inhibitory effects of vanillin on some food spoilage yeasts in laboratory media and fruit purées. *International journal of food microbiology* 29: 379-386.
- Cerrutti, P., Alzamora, S.M y Vidales, S.L. 1997.



- Vanillin as antimicrobial for producing shelf-stable strawberry purée. *Journal of food science* 62: 608-610.
- Chirife, J., Ferro Fontán, C. y Benmergui, E.A. 1980. The prediction of water activity in aqueous solutions in connection with intermediate moisture foods. IV.  $a_w$  prediction in aqueous non electrolyte solutions. *Journal of food technology* 15: 59-70.
- Chirife, J., Ferro Fontán, C. y Favetto, G.J. The water activity of fructose solutions in the intermediate moisture range. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 15: 159-60.
- Davies, R., Birch, G.G. y Parker, K.J. 1975. *Intermediate Moisture Foods*. London, UK. Applied Science Publishers Ltd.
- 70 FAO. 1995a. *Fruit and vegetable processing*. Agricultural Services Bulletin 119, Rome.
- FAO. 1995b. *Small scale post-harvest handling practices* – A manual for horticulture crops 3<sup>rd</sup> Edition, Series No. 8, Rome.
- Gerschenson, L.N., Alzamora, S.M. y Chirife, J. 1986. Kinetics of sorbic acid loss during storage of peaches preserved by combined factors. *Journal of food technology* 21: 517-519.
- Gould, G.W. 1995. Homeostatic mechanisms during food preservation by combined methods. In *Food preservation by moisture control - fundamentals and applications* (pp. 397-410). Lancaster, USA, Eds. Welte-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G Technomic Pub. Co.
- Gould, G.W. 1995. Overview. In *New methods of food preservation* (pp. XV-XIX). London, UK. Ed. Gould, G.W., Blackie Academic and Professional.
- Guerrero, S., Alzamora, S.M. y Gerschenson, L.N. 1994. Development of a shelf-stable banana purée by combined factors: microbial stability. *Journal of food protection* 57: 902-907.
- Guerrero, S., Alzamora, S.M. y Gerschenson, L.N. 1996. Optimization of a combined factors technology for preserving banana purée to minimize colour changes using the response surface methodology. *Journal of food engineering* 28: 307-322.
- Jayaraman, K.S. 1995. Critical review on intermediate moisture fruits and vegetables. In *Food preservation by moisture control - fundamentals and applications* (pp. 411-442). Lancaster, USA, Eds. Welte-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G. Technomic Pub. Co.
- Karel, M. 1973. Recent research and development in the field of low moisture and intermediate moisture foods. *CRC Critical reviews in food technology* 3: 329-373.
- Leitsner, L. 2000. Hurdle technology in the design of minimally processed foods. In *Minimally processed fruits and vegetables - fundamental aspects and applications* (pp. 13-27). Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia M.S. & López Malo. A.

- Aspen Publishers, Inc.
- Leitsner, L. y Gould, G.W. 2002. *Hurdle technologies. Combination treatments for food stability, safety and quality*. New York, USA, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- López-Malo A., Alzamora, S.M. y Argaiz, A. 1995. Effect of natural vanillin on germination time and radial growth rate of molds in fruit based systems. *Food microbiology* 12: 213-219.
- López-Malo, A., Alzadora, S.M. y Argaiz, A. 1997. Effect of vanillin concentration, pH and incubation temperature on *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus* and *A. parasiticus* growth. *Food microbiology* 14: 117-124.
- López-Malo, A., Alzadora, S.M. y Argaiz, A. 1998. Vanillin and pH synergistic effects on mold growth. *Journal of food science* 63: 143-146.
- López-Malo A., Alzamora, S.M. y Guerrero, S. 2000. Natural antimicrobials from plants. In *Minimally processed fruits and vegetables- fundamental aspects and applications*. (pp. 237-263). Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia, M.S & López-Malo, A. Aspen Publishers, Inc.
- Montes de Oca, C., Gerschenson, L.N. y Alzamora, S.M. 1991. Effect of the addition of fruit juices on the decrease of water activity during storage of sucrose-containing model systems. *Lebensmittel wissenschaft und technologie* 24: 375-377.
- Tapia de Daza, M.S., Alzamora, S.M. y Welte-Chanes, J. 1996. Combination of preservation factors applied to minimal processing of foods. *Critical reviews in food science and nutrition* 36: 629-659.
- Tapia de Daza, M.S., Argaiz, A., López-Malo, A. y Díaz, R.V. 1995. Microbial stability assessment in high and intermediate moisture foods: special emphasis on fruit products. En *Food preservation by moisture control - fundamentals and applications* (pp. 575-602). Lancaster, USA, Eds. Welte-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G., Technomic Pub. Co.
- Torregiani, D. 1992. Osmotic dehydration in fruit and vegetables processing. *Food research international* 26: 59-68.
- Torregiani, D. y Bertolo, G. 2002. The role of an osmotic step: combined processes to improve quality and control functional properties in fruit and vegetables. In *engineering and food for the 21<sup>st</sup> century* (pp. 651-670). Boca Raton, Florida, USA, Eds. Welte-Chanes, J. Barbosa Cánovas, G.V. & Aguilera. J.M. CRC Press.
- Vidales, S.L., Castro, M.A. y Alzamora, S.M. 1998. The structure-texture relationship of blanched glucose impregnated strawberries. *Food science and technology international* 4:169-178.
- Welte-Chanes, J., Alzamora, S.M., López-Malo, A. y Tapia, M.S. 2000. Minimally processed fruits using hurdle technology. In *Food preservation technologies: innovations in food processing* (pp. 123-148). Lancaster,

Pennsylvania, USA Eds. Barbosa-Cánovas, G.V.  
& Gould, G.W., Technomic Publishing Co., Inc.

Wiley, R.C. 1994. *Minimally processed  
refrigerated fruits and vegetables*. New York,  
USA, Chapman & Hall.

Este manual de entrenamiento, completamente ilustrado, facilita pautas comprensivas y prácticas para la preservación de frutas hasta contenidos finales de humedad alta e intermedia. También proporciona recomendaciones útiles sobre las necesidades de materiales y equipos para aplicar las tecnologías de preservación. Se espera que este manual responda con un propósito útil a productores y procesadores de alimentos, comerciantes, profesores, técnicos en divulgación y profesionales del desarrollo rural.



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN