

The background of the page is a close-up photograph of four fresh, bright orange carrots. They are arranged diagonally from the top right towards the bottom left, resting on a light-colored wooden surface with a visible grain. The carrots are in sharp focus, showing their natural texture and vibrant color.

# **Vegetales mínimamente procesados**

**Téc. Magali Parzanese**  
Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca

**E**l consumo de hortalizas y frutas tiene importantes beneficios para la salud. Son fuente natural de minerales, vitaminas, fibra alimentaria y agua, y además su aporte calórico es significativamente menor al de otros alimentos. Sin embargo, en nuestro país el consumo de vegetales equivale a la mitad de lo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y por la Organización Mundial de la Salud (OMS): 400 gramos de frutas y hortalizas por día y por persona.

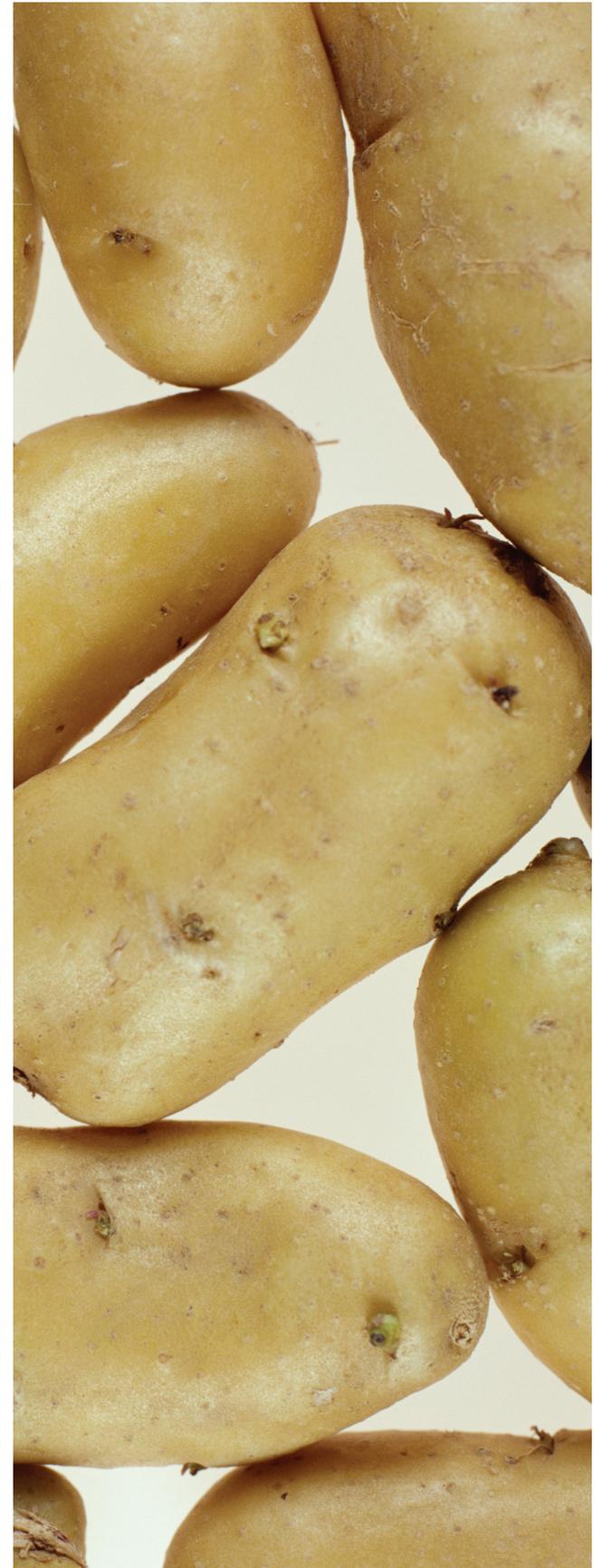
La principal razón de esto es el tiempo de elaboración prolongado que requiere la preparación y cocción de estos alimentos. Como solución a este inconveniente se presentan los vegetales mínimamente procesados (VMP), cuya definición, descripción y criterios microbiológicos ha sido aprobada para incorporarla al Código Alimentario Argentino (CAA) a través de la inclusión de los Artículos 925 tris y 925 quater en el Capítulo XI Alimentos Vegetales de dicho Código.

Estos productos presentan características organolépticas y nutricionales similares a las frutas y hortalizas frescas y la ventaja de ser fáciles de utilizar por el consumidor. Su mínimo procesamiento consiste en operaciones de clasificación, lavado, pelado, reducción de tamaño, etc., por lo cual se comercializan como productos para consumo directo o para preparaciones culinarias rápidas. Esas características hacen que el tiempo de elaboración ya no resulte un obstáculo para incorporar o aumentar la proporción de vegetales en la dieta.

Los VMP pueden ser comercializados en volúmenes mayores para abastecer a establecimientos elaboradores de comidas (restaurantes, hoteles, comedores, etc.), pero es importante destacar que dentro de la categoría no se incluyen los productos frescos intactos que presentan tratamientos de manipulación poscosecha habituales (selección por tamaño, lavado, encerado, envasado). Los VMP son productos que necesariamente deben haber sido objeto de operaciones que tienden a modificar mínimamente y agregar valor a la materia prima (frutas y hortalizas frescas), con el objetivo de facilitar su consumo y aumentar su tiempo de vida útil.

Además de su inocuidad es fundamental garantizar sus características organolépticas y nutricionales. Por esto es necesario definir un proceso en el cual se controlen y minimicen todos aquellos factores que afectan o provocan cambios negativos sobre la estructura, propiedades sensoriales, nutricionales y microbiológicas de los vegetales. Cabe recordar que los VMP son tejidos vivos, es decir que presentan un metabolismo activo, por lo que resulta esencial el cuidado durante la manipulación en todas las etapas del procesamiento.

Como los cambios que alteran el producto durante las distintas etapas del proceso (recolección, manipulación, acondicionamiento, elaboración), varían según las especies vegetales, es importante realizar previamente trabajos de investigación y pruebas piloto para definir cuál es el proceso óptimo para cada uno. Al respecto son imprescindibles los aportes de áreas específicas tales como agronomía, bioquímica, biotecnología, ingeniería de alimentos y el trabajo multidisciplinario que pueda llevarse a cabo entre todas ellas.



## Vegetales mínimamente procesados

### Aplicaciones en la industria frutihortícola

Como se aprecia en el siguiente cuadro, a través del mínimo procesamiento de frutas y hortalizas es posible obtener una amplia variedad de alimentos procesados.

Producto	Materia prima	Operaciones involucradas en el proceso
Ensaladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Zanahoria</li> <li>○ Lechuga (distintas variedades)</li> <li>○ Repollo (distintas variedades).</li> <li>○ Escarola</li> <li>○ Rúcula</li> <li>○ Espinaca</li> <li>○ Radicheta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lavado</li> <li>○ Pelado</li> <li>○ Reducción de tamaño</li> <li>○ Picado/rallado</li> <li>○ Mezclado</li> <li>○ Envasado</li> </ul>
Vegetales para sopas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Perejil</li> <li>○ Apio</li> <li>○ Zanahoria</li> <li>○ Papa</li> <li>○ Zapallo</li> <li>○ Cebolla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lavado</li> <li>○ Pelado</li> <li>○ Reducción de tamaño</li> <li>○ Picado o rallado</li> <li>○ Cubeteado</li> <li>○ Mezclado</li> <li>○ Envasado</li> </ul>
Vegetales para sándwichs o emparedados	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tomate</li> <li>○ Lechuga</li> <li>○ Pepino</li> <li>○ Cebolla</li> <li>○ Berenjena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lavado</li> <li>○ Pelado</li> <li>○ Cortado en rodajas</li> <li>○ Envasado</li> </ul>
Vegetales para salsas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pimientos (morrones y ajíes)</li> <li>○ Cebolla</li> <li>○ Cebolla de verdeo</li> <li>○ Tomates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lavado</li> <li>○ Descarozado</li> <li>○ Pelado</li> <li>○ Reducción de tamaño</li> <li>○ Picado</li> <li>○ Cubeteado</li> <li>○ Mezclado</li> <li>○ Envasado</li> </ul>
Vegetales para puré	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Papas</li> <li>○ Zapallo</li> <li>○ Calabaza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lavado</li> <li>○ Pelado</li> <li>○ Reducción de tamaño</li> <li>○ Envasado</li> </ul>

### Ventajas de los VMP

- Producto listo para consumo o de preparación rápida y fácil.
- Alta calidad nutritiva y organoléptica.
- Opción de agregado de valor para productos frutihortícolas regionales.

### Desventajas de los VMP

- La mayoría de las materias primas tienen producción estacional y son altamente perecederas.
- La calidad de la materia prima no es uniforme.
- Es necesario mantener el producto a temperatura de refrigeración en todas las etapas del proceso, almacenamiento, comercialización y distribución.

## Mecanismos de alteración de la calidad en VMP

El principal objetivo que se persigue en la producción de VMP es garantizar durante el período de vida útil establecido, la distribución y comercialización de un producto inocuo y que conserve las características del vegetal fresco. Para lograr la calidad deseada y la estabilidad del producto final es necesario conocer la naturaleza de las hortalizas y frutas que se van a procesar, y también las condiciones de manejo en el ciclo del cultivo, cosecha y poscosecha a las que fueron sometidas. Esto se debe a que muchos de los cambios que se producen sobre la estructura y composición son consecuencia de la manipulación.

La actividad metabólica relacionada con los procesos de deterioro se acentúa luego de la cosecha y se va incrementando durante las distintas etapas y condiciones de operación. El daño sobre la calidad de los VMP aumenta durante el procesamiento principalmente debido a la ruptura del tejido vegetal por daños mecánicos, por ejemplo durante las operaciones de pelado y cortado, que pueden acelerar procesos fisiológicos naturales. Esa ruptura desencadena procesos bioquímicos y físicos, que pueden provocar la degradación del color, textura, sabor y aroma del producto, como también alteración microbiológica. Es importante conocer cada uno de estos fenómenos para poder evitarlos o minimizar sus efectos.

## Cambios en procesos fisiológicos y metabólicos

La pérdida de turgencia del tejido vegetal es consecuencia de la pérdida de agua por evaporación y se traduce en ausencia de calidad sensorial del producto final. En las hortalizas y frutas enteras el agua se halla contenida en los espacios inter e intracelulares y por lo tanto no está expuesta a la atmósfera. Cuando los tejidos se dañan aumenta la velocidad de evaporación y la deshidratación del producto, y también se activa el metabolismo vinculado a la degradación, lo que resulta determinante para el deterioro y reducción de la vida útil del producto. Esto da como resultado principalmente un aumento en la velocidad de respiración, y por lo tanto un consumo más rápido del O<sub>2</sub> en el envase, y una pérdida más veloz de azúcares y otros compuestos determinantes del sabor y del aroma.

En ciertos casos, puntualmente en los vegetales denominados **climatéricos**, también se registra un aumento de la producción de etileno, lo cual contribuye a sintetizar las enzimas involucradas en reacciones bioquímicas de maduración. Esto último, que puede ser deseable en determinados productos durante su

comercialización en fresco, es sin embargo indeseable en otros casos porque el etileno acelera los mecanismos biológicos que ocasionan el deterioro y senescencia de los tejidos.

## Deterioro enzimático

Al romperse los tejidos también se produce la deslocalización de enzimas y sustratos, que naturalmente se hallan en compartimentos específicos dentro de las células vegetales, por lo que su interacción se encuentra regulada. Durante las operaciones de corte y pelado, o debido a daños mecánicos producto de la manipulación incorrecta durante la poscosecha, se dañan las membranas celulares y subcelulares liberándose así enzimas y sustratos que reaccionan de manera incontrolable. Estas reacciones provocan la pérdida de calidad sensorial y nutricional del vegetal, lo que puede provocar el rechazo del consumidor.

El pardeamiento enzimático es la alteración más común que se presenta en frutas y hortalizas peladas y/o troceadas, resultando un factor limitante en la vida útil de la gran mayoría de estos productos. La reacción de pardeamiento oxidativo es catalizada por las **enzimas polifenoloxidasas** (PPO), las cuales en presencia de oxígeno (O<sub>2</sub>) actúan hidroxilando los compuestos fenólicos presentes en los tejidos vegetales. Posteriormente, estos compuestos se oxidan también en presencia de PPO y O<sub>2</sub> a o-quinonas, que luego se condensan y reaccionan no enzimáticamente para producir pigmentos pardos denominados genéricamente melaninas. Si se aplica un compuesto reductor, las quinonas formadas luego de la oxidación pueden degradarse, evitándose así el pardeamiento u oscurecimiento del producto.

Las PPO como tirosinasa, o-difenol oxidasa, catecol oxidasa, tienen actividad óptima en un rango de pH de 5 – 7 y temperatura 25°C, y son inhibidas por acción de ácidos, haluros, ácidos fenólicos, sulfitos, agentes quelantes, agentes reductores. Asimismo la acción de las PPO y por lo tanto las reacciones de pardeamiento enzimático pueden prevenirse eliminando o sustrayendo alguno de los compuestos que intervienen en la reacción: O<sub>2</sub>, sustratos fenólicos, enzimas PPO y cobre (compone el grupo prostético de la enzima).

Además de ser causada por la deshidratación, la pérdida de firmeza del tejido vegetal también es ocasionada por la acción de las enzimas **pectin esterasas** (PE) y **poligalturonasas** (PG). Estas catalizan las reacciones de hidrólisis de las sustancias pécticas, que forman parte de la estructura de la pared celular y le otorgan la textura característica a los diferentes tejidos vegetales. Por lo tanto cuando dichas enzimas hidrolizan los compuestos pécticos se pierden la turgencia celular y la textura natural del producto. Es importante destacar que la sensibilidad del tejido vegetal a la hidrólisis

## Vegetales mínimamente procesados

enzimática varía considerablemente entre cultivares e incluso con el estado de madurez del tejido.

Otro grupo de enzimas que interviene en el deterioro vegetal son las **lipooxigenasas**. Estas contribuyen a alteraciones en el aroma característico de los vegetales, ya que catalizan las reacciones de peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados, dando como producto numerosos compuestos volátiles **aldehídicos** y **cetónicos** de aroma desagradable. Asimismo la actividad de las enzimas **peroxidasas** y **catalasas** está asociada a las modificaciones de aroma y sabor de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Fuente | Svensson, 1977.

## Alteración por microorganismos

Los vegetales presentan características óptimas para el desarrollo de microorganismos, ya que tienen alto contenido de nutrientes y actividad de agua ( $a_w$ ) elevada (agua disponible como medio de reacción y para crecimiento de microorganismos). La acción de diversas especies de hongos, levaduras y bacterias es una de las principales causas de alteración de los VMP, ocasionando incluso un 15% de las pérdidas poscosecha. Por otro lado es primordial la detección de microorganismos patógenos, para que los productos resulten inocuos para la salud del consumidor. La composición de la materia prima, la contaminación inicial, el manejo poscosecha, y las condiciones de procesamiento, almacenamiento y distribución son determinantes para la proporción y tipos de microorganismos que puedan presentarse sobre el producto final.

## Métodos de conservación

### Temperaturas de refrigeración

Cuando los vegetales se exponen a condiciones de temperaturas bajas, por encima de las de congelación, se produce la inactivación de aquellas enzimas que catalizan reacciones de deterioro y la disminución en la velocidad de reproducción y crecimiento de muchas especies de microorganismos patógenos y alterantes. Por eso los VMP deben mantenerse a temperatura baja (la temperatura óptima dependerá de cada producto en particular) durante todas las etapas del proceso productivo; la refrigeración debe ser continua y actuar sinérgicamente con otros métodos para garantizar la conservación de los productos.

A temperaturas de refrigeración, la velocidad de respiración del tejido vegetal se reduce. Contrariamente,

por encima de los 10°C la generación de CO<sub>2</sub> aumenta significativamente, como consecuencia de una mayor actividad metabólica y desarrollo microbiano.

## Tratamientos químicos

Para la conservación de VMP pueden utilizarse determinados compuestos químicos. El empleo de antioxidantes para minimizar o prevenir las reacciones enzimáticas de pardeamiento, los cambios en la textura y el desarrollo de aromas y sabores desagradables permite prolongar la vida útil y aumentar la calidad de los productos. Lo mismo sucede con algunos antimicrobianos específicos para determinadas cepas.

La acción conservadora de estos compuestos depende de factores externos como la humedad relativa del ambiente, la temperatura, el pH, la carga microbiana inicial, la composición de la atmósfera de almacenamiento, etc. Por lo tanto es necesario comprobar mediante ensayos de laboratorio la efectividad que alcanzan cuando se los aplica a un vegetal en particular bajo condiciones específicas.

A continuación se mencionan algunos de los compuestos antimicrobianos y antioxidantes más comúnmente utilizados en la industria alimentaria y en particular en VMP.

## Ácidos orgánicos utilizados como antimicrobianos

**Ácido cítrico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>)**. Está presente naturalmente en varias frutas y hortalizas. Inhibe el crecimiento bacteriano debido a que produce la quelación de los iones metálicos que son esenciales para el desarrollo microbiano. Además puede utilizarse para prevenir el pardeamiento enzimático ya que actúa como agente quelante sobre el cobre de las enzimas PPO. Las concentraciones utilizadas para el ácido cítrico son normalmente de 0,1 – 0,3 % junto con un antioxidante a niveles de 100 a 200 ppm.

**Ácido benzoico (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH)**. Se encuentra de forma natural en arándanos, ciruelas, uvas, frambuesas y otros vegetales. Su sal sódica es particularmente útil en productos con valores de pH por debajo de 4,6; se utiliza como agente antimicrobiano en frutas, jugos y otras bebidas a base de frutas. Se comprobó que el responsable de la actividad antimicrobiana es el ión negativo de este ácido, ya que se difunde a través de la membrana celular y ocasiona la acidificación completa de la célula. Los benzoatos son más activos en alimentos con pH ácido más bajo y no tan eficaces en hortalizas poco ácidas (a

un pH de 6,0 que es el normal de muchas hortalizas, sólo un 1,5 % del benzoato está disociado). Los benzoatos son más eficaces frente a mohos y levaduras que frente a bacterias. En el rango de pH entre 5,0 – 6,0 los benzoatos son eficaces para inhibir levaduras a concentraciones de 100 – 500 ppm, mientras que para mohos son efectivos en concentraciones de 30 - 300 ppm.

**Ácido propiónico (CN<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH).** La acción antimicrobiana de este ácido y de sus sales sódicas y cálcicas es similar a la del benzoato en su forma disociada. Debido a que este compuesto tiene baja tendencia a la disociación es útil en alimentos poco ácidos. Diversos estudios señalaron que a concentraciones de 0,2 – 0,4 % de propionato se verifica el retardo en el crecimiento de mohos en jarrabes, rodajas de manzana blanqueadas, higos y cerezas.

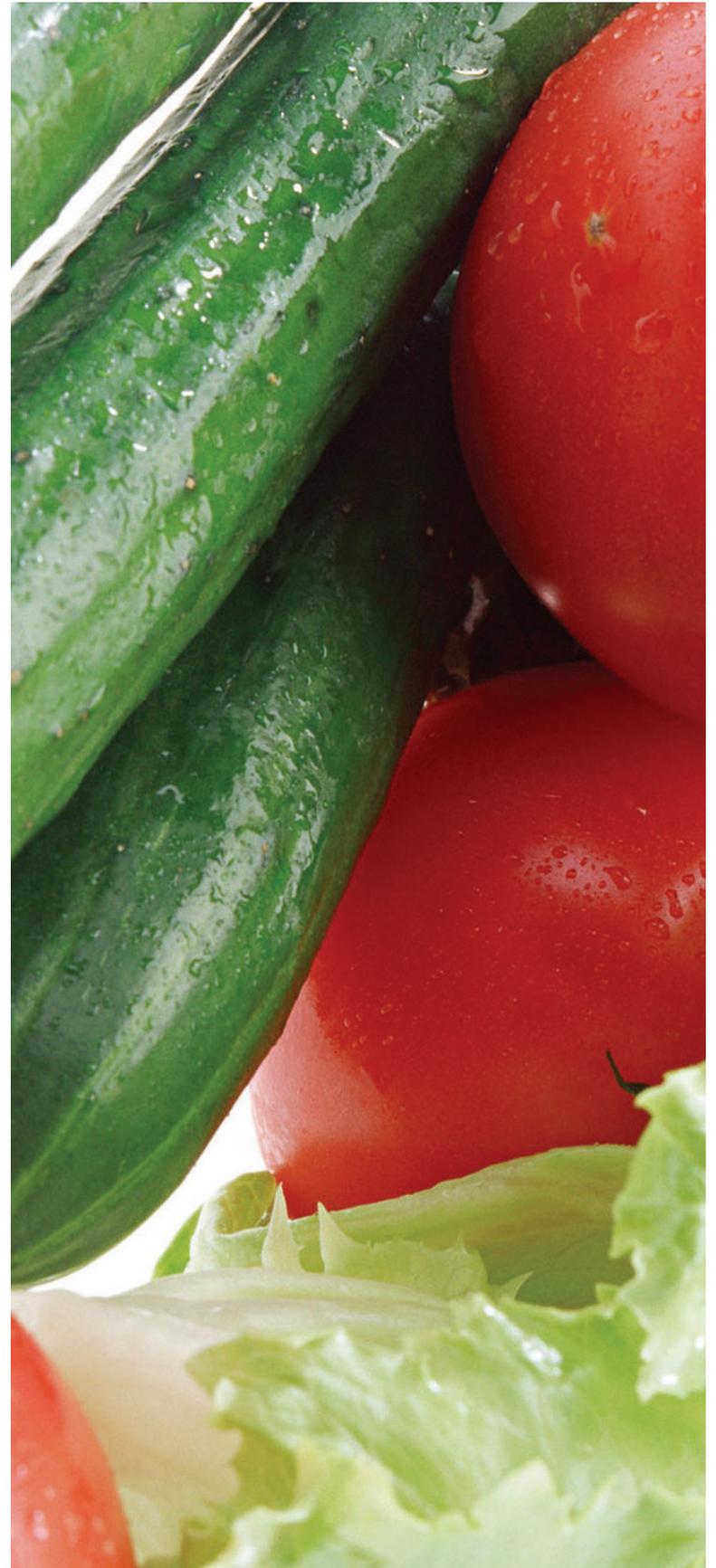
**Ácidos málico, succínico y tartárico.** La actividad antimicrobiana de estos ácidos orgánicos se debe a que originan un descenso en el pH. Son eficientes como conservadores frente a algunas levaduras y bacterias. El ácido málico se encuentra naturalmente en manzanas, bananas, cerezas, uvas, pomelo, peras, ciruelas, membrillos, y en brócolis, zanahorias, porotos y papas.

### Antioxidantes y Quelantes

**Ácido L - ascórbico (vitamina C).** Se utiliza en frutas y hortalizas para evitar el pardeamiento y otras reacciones oxidativas. Diferentes derivados del ácido ascórbico se usan como inhibidores de la PPO. Este compuesto normalmente se añade junto con el ácido cítrico que tiende a mantener un pH ácido y, como se mencionó anteriormente, también actúa como quelante. El producto puede adicionarse a los alimentos en forma de tabletas u hojuelas, premezclado seco, como aerosoles líquidos o como compuesto puro. Es importante agregar el ácido ascórbico lo más tarde posible durante el procesado o conservación para que su concentración se mantenga elevada durante la vida útil del producto.

**Ácido eritórbico.** Este ácido y su sal sódica reducen fuertemente el oxígeno molecular. El ácido eritórbico es el D isómero del ácido ascórbico; la mayoría de las investigaciones sugieren que presentan similares propiedades antioxidantes, por lo que es económicamente conveniente utilizar ácido eritórbico. La combinación de este compuesto con ácido cítrico se utiliza para prevenir la rancidez oxidativa y la decoloración de ensaladas de verduras o frutas.

**Fuente |** Robert C. Wiley, "Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas."

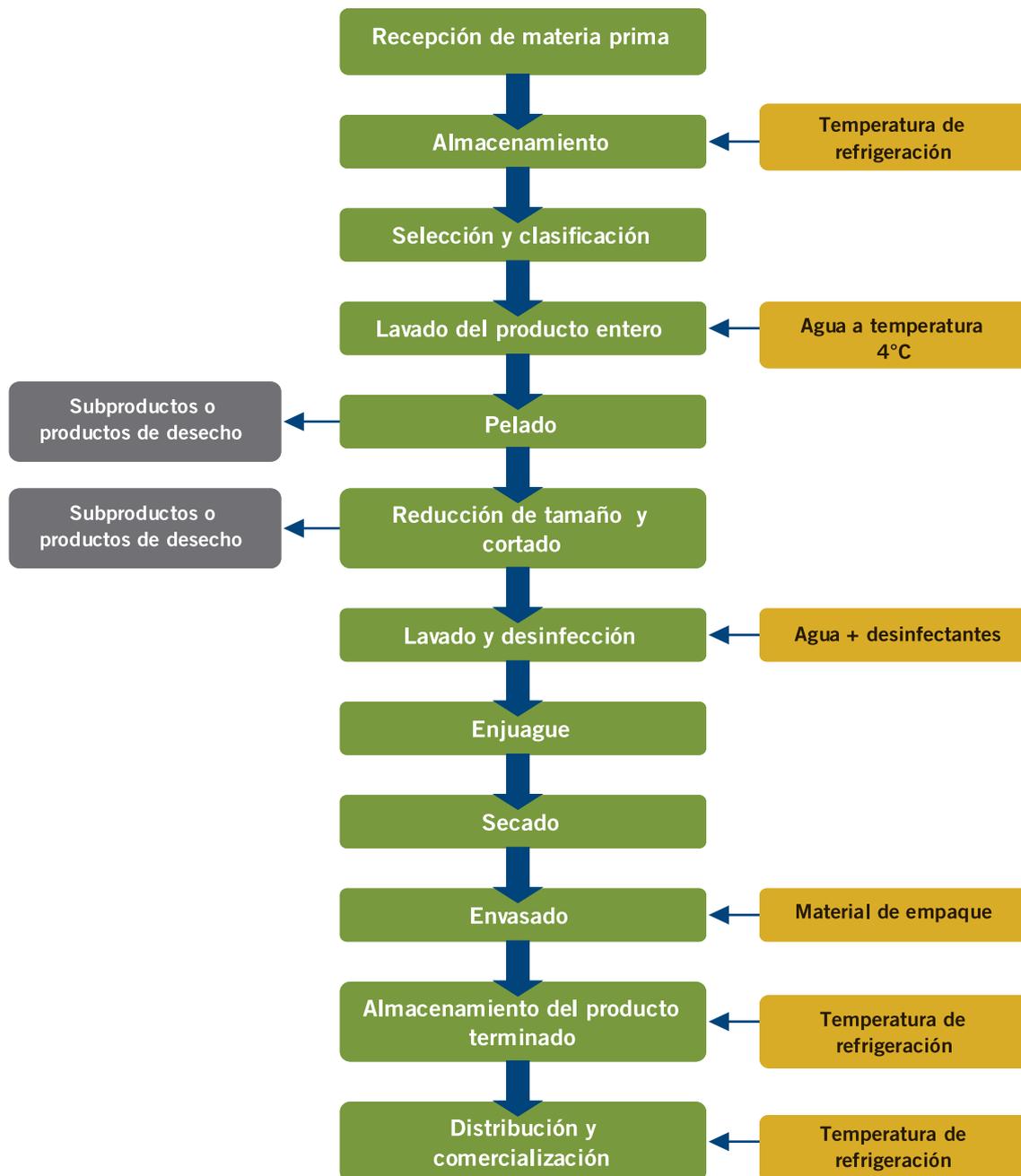


### Etapas del proceso productivo

Si bien los procesos de producción dependen de la materia prima y del producto final que se desee obtener, es posible describir un esquema general que enuncie las principales etapas, y las operaciones realizadas en la mayoría de los procesos de elaboración de frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Es conveniente que los establecimientos procesadores de alimentos dispongan de un diagrama de proceso, donde se detallen cada una de las operaciones que se realizan desde la entrada de la materia prima hasta la comercialización del producto final. Para garantizar la calidad e inocuidad de los productos, es fundamental conocer cuál es la forma correcta de llevar a cabo cada una de las distintas etapas.

### Procesamiento mínimo de vegetales | Diagrama de Proceso



**Recepción de materia prima.** En esta etapa es fundamental realizar una inspección visual para controlar características como color, olor, textura, temperatura de llegada, y otras. Es recomendable efectuar una evaluación y control de los proveedores para garantizar que la materia prima fue producida y recolectada en forma adecuada y respetando períodos de carencia. Asegurar la calidad óptima de la materia prima es fundamental en la elaboración de VMP.

**Almacenamiento.** Cuando hay que almacenar la materia prima durante un período prolongado (mayor a un día) antes de su transformación, es necesario hacerlo a temperaturas de refrigeración. Dependiendo de cada producto, esa temperatura de almacenamiento debería estar entre los siguientes rangos: -1 a 6°C, de 6 a 13°C o 13 a 18 °C.

**Selección y clasificación.** El objetivo de esta operación es obtener un producto final que cumpla con un estándar de calidad uniforme al momento de su comercialización. Consiste en realizar una selección y clasificación relacionadas con diversos factores: tamaño, forma, color, firmeza, magulladuras, superficies cortadas, alteración y solidez. Aquellos vegetales de menor tamaño, sobremaduros o defectuosos deberían separarse de los que presenten características aceptables, ya que los productos alterados pueden perjudicar la calidad del resto. Los productos de descarte, que no sean aptos para ser procesados mínimamente podrían ser utilizados, por ejemplo, como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados, según corresponda.

La selección y clasificación de frutas y hortalizas puede ser realizada en forma mecánica mediante la operación de distintos equipos (seleccionadores de cinta plana, de tambores, de rodillos, vibratorios, entre otros) o manualmente, por personas entrenadas para detectar y comprobar la aceptabilidad o no del producto rápidamente. Cabe mencionar que la clasificación mecánica tiene la ventaja de la rapidez, fiabilidad y menor costo de mano de obra. El resultado de esta etapa se traduce en la elaboración y comercialización de productos que presentan distinta calidad, la cual varía generalmente entre superior, selecta y estándar.

**Lavado.** Para eliminar la suciedad, restos de tierra, contaminantes físicos y en reducir la carga microbiana mediante la utilización de agua. Esta operación puede realizarse en forma manual o mecánica. Este es el primer lavado que se realiza en el proceso y tiene como objetivo separar y eliminar las sustancias extrañas eventualmente presentes en las frutas u hortalizas o en los cestos o **bins** de recolección y transporte (ramitas, estacas, insectos, arena, tierra, etc.). En algunos casos resulta efectivo realizar operaciones de separación mediante gravedad, flotación, escurrido o inmersión. Es recomendable que la temperatura del agua sea de 4°C aproximadamente para mantener el producto frío.

**Pelado.** Consiste en separar la corteza o piel del vegetal. Es importante que durante el pelado el producto no sufra daños físicos ni químicos. Se describen tres tipos de pelado que pueden implementarse en la elaboración de VMP, sin causar deterioro en las características sensoriales. Debe tenerse en cuenta que en el mercado existe una amplia variedad de equipos para pelado de vegetales, algunos de los cuales presentan modos de funcionamiento similares a los descriptos a continuación:

- **Pelado al vapor.** Los vegetales son introducidos por lotes en un recipiente a presión que gira a una velocidad de 4 – 6 rpm, y al cual ingresa una corriente de vapor a alta presión (1500 kPa). La rotación permite que toda la superficie del vegetal sea tratada por el vapor y el tiempo durante el cual se expone al producto, debe ser determinado previamente. La elevada temperatura del vapor calienta rápidamente la superficie del producto, pero sin modificar sus características sensoriales (color, textura, etc.), ya que posee una baja conductividad térmica. Los equipos de pelado por vapor a presión presentan ventajas respecto a su capacidad de producción, bajo consumo de agua, escasa pérdida de peso y buen aspecto del producto al finalizar la operación.
- **Pelado a cuchillo.** Consiste en eliminar la piel mediante la presión de las frutas u hortalizas sobre cuchillas fijas o rotatorias. Es un proceso en seco y permite obtener un producto con superficie completamente lisa. Se aplica en zanahorias, pepinos para ensalada, papas, remolachas, etc.
- **Pelado por abrasión.** En este sistema los vegetales entran en contacto directo con unos rodillos de **carburo** (carburo de silicio artificial) o se colocan en recipientes recubiertos por dicho material. Esta superficie abrasiva arranca la piel, que seguidamente es arrastrada por una abundante corriente de agua. Las ventajas de este método son su bajo costo energético, la escasa inversión inicial, y el buen aspecto que presentan los vegetales pelados así tratados. Se aplica en papas, zanahorias, remolachas, entre otros.

**Reducción de tamaño y cortado.** Son operaciones dirigidas a dar forma y tamaño definido a las frutas y hortalizas. Es importante recordar que el cortado causa daños mecánicos y modificaciones metabólicas y fisiológicas que a su vez pueden ocasionar el rápido deterioro del tejido vegetal. Por esto es necesario enfriar el producto hasta 4°C inmediatamente después del cortado. En la actualidad se comercializan distintos tipos de cortadoras automáticas en continuo o semicontinuo, que satisfacen las distintas necesidades

## Vegetales mínimamente procesados

de esta industria, según la fruta o vegetal y el tipo de corte que se desee obtener (cubos, rodajas, tiras, rallado, etc.).

**Lavado y desinfección.** Es una etapa crítica del proceso, ya que su resultado influye directamente en la inocuidad y vida útil del producto final. Su objetivo es enfriar los vegetales luego de la etapa de corte y eliminar los exudados celulares que se producen tras esa operación y que pueden favorecer el crecimiento microbiano, por lo que se emplea abundante agua clorada.

El cloro y sus derivados son desinfectantes muy efectivos, tanto para la higienización del producto como para desinfectar el agua empleada en el proceso. En los últimos años se han desarrollado nuevos sistemas de desinfección y agentes desinfectantes para procesamiento de VMP, que son resultado de distintos trabajos de investigación y como alternativa al uso de cloro y sus derivados. Pueden mencionarse al respecto los tratamientos no térmicos como los ultrasonidos, la luz UV-C (ver **Alimentos Argentinos** N° 52), la radiación ionizante; o el empleo de otros agentes químicos desinfectantes como el ácido **peroxiacético**, el ozono (ver **Alimentos Argentinos** N° 54), ácidos orgánicos, entre otros.

Es importante destacar que aunque no presentan las mismas desventajas que el uso del cloro, todos ellos tienen grandes dificultades para resultar efectivos en el lavado y desinfección de frutas y hortalizas MP, por lo que el cloro continúa siendo la alternativa más eficaz. Por ello debe enfatizarse la importancia de establecer condiciones óptimas de control y dosificación a fin de maximizar la eficacia y reducir los efectos adversos de este compuesto, como el riesgo medioambiental asociado al vertido de agua y posibles efectos negativos para la salud debidos a la formación de compuestos cancerígenos originados por la reacción del cloro con la materia orgánica presente en el agua.

**En la selección de un sistema de lavado y desinfección adecuado es necesario tener en cuenta numerosos factores:**

- Parámetros físico-químicos del agua de lavado tales como pH, temperatura, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, turbidez, contenido de materia orgánica, etc.
- Tipo de vegetal a procesar. Específicamente las características que tiene la superficie del producto (roturas, hendiduras, tipo de tejido, hojas internas o externas, etc.).
- Forma de aplicación de los desinfectantes (lavado por inmersión con o sin agitación, spray, etc.).
- Tiempo de contacto.

- Carga microbiana inicial.
- Aplicación de una o varias etapas de lavado.
- Relación entre peso y superficie del producto.

Un sistema de desinfección resulta efectivo cuando es capaz de mantener un nivel residual del agente desinfectante a la salida del tanque de lavado que garantice la presencia necesaria de desinfectante en el agua, previniendo así la contaminación cruzada entre producto contaminado y producto limpio. Es esencial tener en cuenta que utilizar agentes desinfectantes es necesario para asegurar la calidad microbiológica del vegetal lavado y del agua de proceso.

Para obtener mejores resultados se recomienda incluir una etapa de prelavado en forma de ducha que elimine la suciedad y los exudados celulares, y luego una etapa de desinfección por inmersión donde se aplique el desinfectante.

**Enjuague.** Esta etapa se efectúa dependiendo del agente desinfectante utilizado, a fin de eliminar residuos de la superficie del producto. Para mantener fríos los vegetales la operación debe realizarse con agua de proceso a temperaturas próximas a los 4°C.

**Secado.** Operación esencial para garantizar un tiempo de vida útil aceptable de los productos. Dependiendo de las características del vegetal y del volumen de producción puede realizarse un secado centrífugo, o un secado convectivo por aire frío seco.

**Envasado.** Está destinado a proteger el producto terminado de daños físicos, químicos o microbiológicos durante su almacenamiento, distribución y comercialización. Para el diseño de los envases, en general se utilizan películas plásticas poliméricas. Los dos tipos de envases más utilizados son los preformados y los que se forman, llenan y sellan (**form-fill-seal**) en un equipo de envasado automático. Un factor importante en la elección del material de envase es su permeabilidad, ya que esto determinará cómo se modificará la atmósfera en el interior del envase.

Debido a que los vegetales continúan respirando, dentro del envase se producirá una disminución en el contenido de O<sub>2</sub> y un aumento del de CO<sub>2</sub>, lo que puede ocasionar un rápido deterioro del producto. Para evitarlo puede utilizarse la tecnología de envasado en atmósfera modificada, que consiste en reemplazar el aire atmosférico por una mezcla de gases, generalmente N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Esto permite reducir la velocidad de respiración, la actividad metabólica, la pérdida de humedad del producto y la prevención del crecimiento de microorganismos.

El envasado en atmósfera modificada debe realizarse teniendo en cuenta las exigencias específicas de cada producto, como son la tasa respiratoria del vegetal a envasar, la permeabilidad a los gases de la película polimérica, la relación entre la cantidad de producto y la superficie de la película y la temperatura de almacenamiento.

Además, la concentración de O<sub>2</sub> siempre debe hallarse por encima del 1 % para evitar procesos de respiración anaeróbica y el desarrollo de microorganismos anaerobios, en tanto que la concentración de CO<sub>2</sub> tiene que ser lo suficientemente alta como para evitar la síntesis de etileno.

En la actualidad se comercializa una gran variedad de materiales poliméricos de distinta permeabilidad que satisfacen los requerimientos y especificaciones de envasado de VMP. Los más comunes son el LDPE y el PVC flexible.

**Almacenamiento del producto terminado.** Es fundamental que el depósito donde se almacenan los VMP posea óptimas condiciones de limpieza e higiene y cuente con un sistema de refrigeración que evite el deterioro del producto.

**Distribución y comercialización.** En esta etapa, al igual que durante el almacenamiento, se debe garantizar la integridad de la cadena de frío. Si esto no se cumple el producto perderá calidad y tendrá menor vida útil.

### Fuentes consultadas

- » Ramón Catalá, Pilar Hernández Muñoz, García López-Carballo, Rafael Cavara. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. CSIC. **Materiales para el envasado de frutas y hortalizas con tratamientos mínimos.** Revista Horticultura Internacional. N° 69. 2009.
- » María I. Gil, Ana Allende, Francisco López-Gálvez, María V. Selma. Grupo de Calidad. **Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales.** Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. CEBAS-CSIC. Campus de Espinardo, Murcia. Revista Horticultura Internacional. N° 69. 2009.
- » Francisco Artés-Hernandez, Encarna Aguayo, Perla Gómez y Francisco Artés. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena.
- » Andrea Marcela Piagentini. **Conservación de Vegetales listos para usar por la tecnología de factores combinados.** UNLitoral. Facultad de Ingeniería Química. 1999
- » Elena González Fandos. **Calidad y seguridad microbiológica de vegetales mínimamente procesados en fresco.**
- » C. R. Wiley. **Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas.** Ed. Acribia.1997

