

# Capítulo 1: Por qué se descomponen los alimentos

Todos los organismos vivos requieren de nutrientes para subsistir. El hombre consume alimentos de origen vegetal y animal, los cuales desde su obtención sufren una serie de etapas de descomposición progresiva, causada por agentes físicos, agentes químicos y agentes biológicos. La rapidez con que ocurre la descomposición de un alimento depende de cómo actúen estos agentes.

Por su origen las causas de la descomposición de los alimentos tienen diversos orígenes, debiéndose a agentes físicos, agentes químicos y agentes biológicos.

## **Agentes físicos**

Dentro de los agentes físicos tenemos los mecánicos, la temperatura, la humedad, presencia del aire y de la luz, entre otros.

Los agentes mecánicos son los que provocan deformaciones en los alimentos, como por ejemplo, en la recogida de vegetales, estos pueden sufrir daños provocados por los equipos utilizados en su recogida, golpes cuando se trasladan, etc., todo lo cual provoca alteraciones que posteriormente dan lugar a su descomposición.

La temperatura influye notablemente en el deterioro de los alimentos ya que ella influye en la evaporación del agua contenida en los mismos y por tanto en su pérdida de peso. También influye en las reacciones químicas y bioquímicas que pueden desarrollarse y en el crecimiento de los microorganismos.

En el aire se encuentra el oxígeno, el cual causa la oxidación de componentes de los alimentos como las grasas y las vitaminas. También la presencia del oxígeno favorece el crecimiento y desarrollo de los microorganismos aerobios.

La luz afecta a algunos alimentos provocando cambios de coloración en los mismos.

## **Agentes químicos**

Entre las reacciones químicas que afectan la conservación de los alimentos, las más comunes son las reacciones de oxidación.

La grasa contenida en los alimentos se oxida con la presencia del oxígeno, produciéndose cambios en su sabor. También se produce la oxidación en las vitaminas, principalmente en las vitaminas A y C y cambios de color.

Otras reacciones de oxidación se producen entre componentes del alimento y el material del envase, como es el caso de las latas y las tapas en los envases de vidrio. Estas reacciones son más frecuentes en el caso de alimentos ácidos.

Los alimentos pueden sufrir reacciones de pardeamiento como por ejemplo la caramelización de azúcares que ocurre cuando se tratan a altas temperaturas durante tiem-

pos relativamente prolongados, como por ejemplo en la fabricación de leche evaporada y leche condensada.

### **Agentes biológicos**

Dentro de los agentes biológicos se encuentra la causa principal de la descomposición de los alimentos que son los microorganismos.

De los microorganismos existen miles de géneros y especies pero que tengan relación con los alimentos solamente son algunos centenares de ellos y no todos son causantes de la descomposición de los alimentos, existen muchos microorganismos que se utilizan con el fin de la conservación de alimentos, tal es el caso de los que transforman la lactosa en ácido láctico durante la producción de quesos y de yogurt.

Dentro de los microorganismos son las bacterias, levaduras y mohos los principales causantes de la descomposición de los alimentos y de ellos las bacterias son las más peligrosas para la salud del consumidor y a su vez las más difíciles de destruir, ya que cuando se presentan condiciones adversas para su crecimiento o actividad toman forma de esporas haciéndose más resistentes. Entre ellas se encuentra la especie *Clostridium* a la cual pertenece el *Clostridium botulinum* causante de una enfermedad llamada botulismo. El botulismo producido por alimentos, puede pasar desapercibida o ser diagnosticada de modo incorrecto, pudiendo ser mortal en tan solo 24 horas

Los microorganismos, como todo ser vivo, necesitan de un medio que le sirva de nutriente, como resultan los alimentos. Además requieren determinadas condiciones de este medio, como humedad, temperatura, presencia o ausencia de oxígeno, pH.

### **Influencia de la temperatura**

Atendiendo al rango de temperaturas óptimas para su desarrollo los microorganismos se clasifican en psicrófilos, mesófilos y termófilos.

**Tabla 1.1:** Clasificación de los microorganismos según temperatura óptima de desarrollo

Tipo de microorganismo	Rango de temperatura óptimo para su desarrollo	Temperatura óptima
Psicrófilos	0 a 30 °C	15 °C
Mesófilos	10 a 45 °C	25 a 38 °C
Termófilos	35 a 70 °C	55 °C

Como puede apreciarse en la tabla, dependiendo de la temperatura a que se encuentre el alimento, es más probable el crecimiento y desarrollo en el mismo de determinado tipo de microorganismos.

Las bacterias prosperan más fácilmente entre 16 °C y 38 °C, aunque algunas crecen a la temperatura del punto de congelación del agua (0 °C) y otras pueden crecer a temperaturas altas como 82 °C.

## **Influencia de la humedad**

Una medida de la mayor o menor disponibilidad del agua en los alimentos está determinada por la actividad del agua en ellos. La actividad del agua ( $a_w$ ) se define como la relación existente entre la presión de vapor parcial del agua en el alimento y la presión de vapor parcial del agua pura a la misma temperatura que se encuentra el alimento.

$$a_w = p'_w / p^0_w$$

En la tabla siguiente pueden apreciarse los valores mínimos de la actividad del agua para el crecimiento de diversos microorganismos:

**Tabla 1.2:** Actividad de agua mínima para crecimiento de los microorganismos

Microorganismo	Actividad del agua ( $a_w$ ) mínima para su crecimiento
Bacterias	0,91
Levaduras	0,88
Mohos	0,80

Se debe tener en cuenta la composición del medio donde pueden existir sustancias que favorezcan o inhiban el crecimiento de los microorganismos, además en el caso de los alimentos sólidos con estructura heterogénea, puede presentarse actividad de agua diferente de una parte a otra, siendo aquella zona de mayor actividad de agua más favorable para la proliferación de los microorganismos, los que se propagarán posteriormente al resto de las partes.

**Tabla 1.3:** Actividad del agua para diversos alimentos

Alimento	Actividad del agua ( $a_w$ )
Frutas Legumbres Jugos de frutas Huevos Carnes	0,97
Quesos Pan Salchichón seco	0,93 a 0,96
Mermeladas	0,82 a 0,94
Frutas secas	0,72 a 0,80

Como puede apreciarse, los alimentos frescos con actividad del agua alta, son más vulnerables a la proliferación de los microorganismos, entre ellos las bacterias, que como se ha destacado anteriormente, son de los microorganismos más difíciles de destruir. También puede observarse que alimentos como las frutas secas, pueden verse

afectados por mohos, pero es poco probable su afectación por las bacterias, ya que la actividad de agua en ellas es mucho menor que la requerida para su proliferación.

### **Otros factores que influyen sobre el desarrollo y crecimiento de los microorganismos**

Muchos microorganismos necesitan de la presencia de oxígeno para su crecimiento y desarrollo (microorganismos aerobios), mientras que otros pueden crecer y desarrollarse en ausencia de oxígeno (microorganismos anaerobios). Para evitar la presencia de oxígeno, cuando se realiza el envasado de los alimentos se realiza la exhaustación, que no es más que la extracción del aire contenido en el interior del envase.

El pH de los alimentos también influye en el tipo de microorganismo que puede causar su descomposición, por ejemplo las bacterias generalmente requieren de pH mayor a 4,5 para su crecimiento y desarrollo.

Se puede concluir que para proteger a los alimentos del ataque por microorganismos es preciso condicionar el medio donde se almacenan de manera que se mantengan valores de temperatura y humedad poco favorables para su proliferación, evitar la presencia de oxígeno y de ser posible condicionar su pH.

En la descomposición de los alimentos juegan un importante papel las enzimas<sup>1</sup> naturales de los alimentos.

Las plantas empleadas en la alimentación poseen enzimas cuya actividad continúa en gran medida después de su recolección, lo cual puede apreciarse por su cambio de color, ablandamiento y aparición de olor en algunos casos. El tomate, por ejemplo, si se recolecta cuando ha alcanzado su total desarrollo, presenta color verde pero al transcurrir de los días cambia de coloración hasta alcanzar color rojo que indica su total maduración. Hasta aquí las reacciones enzimáticas ocurridas en el tomate son deseables y favorecen sus características sensoriales, pero si no es almacenado en las condiciones requeridas este proceso continuará envejeciendo sus tejidos, los que se debilitan y son atacados por infecciones microbianas alcanzándose su putrefacción. Esto ocurre de forma parecida cuando un animal es sacrificado, inicialmente la acción enzimática contribuye a que las carnes se tornen más blandas, pero si no se controla su actividad se llega a su putrefacción.

Gran parte de las reacciones enzimáticas están condicionadas por la actividad del agua como ocurre en diversos casos de reacciones de hidrólisis, donde se ha observado que son favorecidas para actividades del agua superiores a 0,7. Por otra parte ciertas enzimas, como es el caso de las lipasas, actúan a actividades de agua muy bajas, por ejemplo en carnes congeladas.

---

<sup>1</sup> Enzimas: Sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos.

Las enzimas actúan de forma selectiva para cada sustancia sobre la que causan una reacción, a su vez su eficacia está determinada por la temperatura a que se realiza esta reacción.

En la descomposición de los alimentos juegan un importante papel las enzimas naturales de los alimentos.

Las plantas empleadas en la alimentación poseen enzimas cuya actividad continúa en gran medida después de su recolección, lo cual puede apreciarse por su cambio de color, ablandamiento y aparición de olor en algunos casos. El tomate, por ejemplo, si se recolecta cuando ha alcanzado su total desarrollo, presenta color verde pero al transcurrir de los días cambia de coloración hasta alcanzar color rojo que indica su total maduración. Hasta aquí las reacciones enzimáticas ocurridas en el tomate son deseables y favorecen sus características sensoriales, pero si no es almacenado en las condiciones requeridas este proceso continuará envejeciendo sus tejidos, los que se debilitan y son atacados por infecciones microbianas alcanzándose su putrefacción. Esto ocurre de forma parecida cuando un animal es sacrificado, inicialmente la acción enzimática contribuye a que las carnes se tornen más blandas, pero si no se controla su actividad se llega a su putrefacción.

Gran parte de las reacciones enzimáticas están condicionadas por la actividad del agua como ocurre en diversos casos de reacciones de hidrólisis, donde se ha observado que son favorecidas para actividades del agua superiores a 0,7. Por otra parte ciertas enzimas, como es el caso de las lipasas, actúan a actividades de agua muy bajas, por ejemplo en carnes congeladas.

Las enzimas actúan de forma selectiva para cada sustancia sobre la que causan una reacción, a su vez su eficacia está determinada por la temperatura a que se realiza esta reacción.

Las enzimas pueden ser inactivadas mediante diversos métodos, como someter a los alimentos a un tratamiento térmico denominado escaldado que se realiza con agua hirviendo o vapor, radiaciones, etc.

### **Otras causas de descomposición de los alimentos**

Además de las causas tratadas en los epígrafes anteriores debe tenerse en cuenta que la luz actúa sobre algunas sustancias produciendo cambios en la coloración de los alimentos que las contienen.

Durante el proceso respiratorio en los vegetales se produce un proceso de oxidación de sustancias orgánicas. Los hidratos de carbono y los ácidos orgánicos son los sustratos normales para la respiración en los vegetales. Durante este proceso se producen dióxido de carbono y agua con desprendimiento de energía, por ejemplo la combustión de la sacarosa:



Además de los efectos de la temperatura sobre el crecimiento y actividad de los microorganismos, las reacciones químicas y bioquímicas, la temperatura tiene otros efectos:

- El calor excesivo desnaturaliza las proteínas, rompe las emulsiones, destruye vitaminas y deseca los alimentos.
- La congelación causa deterioros, por ejemplo, en el caso de la leche si esta se congela se rompe la emulsión separándose la grasa, también puede desnaturalizarse la proteína de la leche y esta coagular.
- Muchas frutas y vegetales tienen requerimientos de temperaturas óptimas para su almacenamiento, produciéndose trastornos fisiológicos en ellas si se almacenan a temperaturas más bajas, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.4:** Temperaturas recomendadas para el almacenamiento de algunos vegetales y frutas y daños que se producen al almacenarlas por debajo de estas temperaturas

Producto	Temperatura, °C	Tipo de daño a que se exponen a temperaturas inferiores
Aguacate	7 a 8	Pardeamiento interno
Mango	10	Decoloración interna
Piña	7 a 8	Color verde opaco al madurar
Papa	4	Endulzamiento
Pimiento dulce	10	Picado y podredumbre
Plátano	11,5 a 14	Decoloración y dificultad para madurar
Pepino	10 a 12	Picado y podredumbre

También deben tenerse en cuenta los insectos y roedores.

### Ejercicios propuestos

1. Entre los microorganismos que causan la descomposición de los alimentos se encuentran mohos, levaduras y bacterias. ¿Cuáles de ellos son los más peligrosos? Explique su respuesta.
2. Explique cómo influyen en la descomposición de los alimentos, la temperatura, la humedad y la presencia de oxígeno.
3. Confeccione un cuadro donde aparezcan relacionadas las causas de la descomposición de los alimentos, los factores que influyen sobre las mismas y cuál es su influencia.

4. Para conservar limones durante 6 meses se requiere mantenerlos a temperatura entre  $10^{\circ}\text{C}$  y  $14^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de 85% a 90%. ¿Cómo influirá en el tiempo de conservación que se produzcan los siguientes cambios en las condiciones de almacenamiento?
  - a) La temperatura se eleva hasta  $20^{\circ}\text{C}$ .
  - b) La humedad relativa disminuye a 80%.
  - c) La humedad relativa aumenta a 95%.
  - d) La temperatura disminuye ocurriendo la congelación de los limones.
5. Al realizar el envasado de una conserva de pescado no se realiza la exhaustación de la lata. ¿Influirá esto en la durabilidad de este producto? Justifique.
6. El hígado congelado a temperaturas entre  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $-23^{\circ}\text{C}$  se conserva de 3 a 4 meses, sin embargo si la temperatura es de  $0^{\circ}\text{C}$  solo se conserva entre 7 y 10 días. Justifique este planteamiento.
7. Durante el almacenamiento de pescado se obtuvieron los tiempos de conservación que aparecen en la siguiente tabla, dependiendo de las características del pescado y temperatura de almacenamiento:

Producto	Temperatura de almacenamiento, $^{\circ}\text{C}$		
	2	-18	-30
Pescados magros	Hasta 15 días	8 meses	24 meses
Pescados grasos	Hasta 10 días	4 meses	12 meses

- a) Explique por qué los tiempos de conservación varían al variar la temperatura?
  - b) Explique por qué los tiempos de conservación son diferentes para el pescado magro y el grado, aunque se almacenen a la misma temperatura.
  - c) ¿Cómo influirá un aumento en la humedad relativa en la cámara en el tiempo de conservación del pescado?
8. Cuando se realiza el sacrificio de cerdos las bandas se cuelgan para que se oreen. ¿Cómo se logrará una mejor conservación del producto, realizando esta operación a temperatura ambiente o colocándolas en una cámara a  $4^{\circ}\text{C}$ ? Explique su respuesta.
  9. El tomate cuando presenta madurez técnica se almacena a temperaturas entre  $13$  y  $21^{\circ}\text{C}$ , pero cuando está maduro debe almacenarse entre  $7$  y  $10^{\circ}\text{C}$ .
    - a) ¿Por qué las temperaturas de almacenamiento son diferentes?
    - b) ¿Se producirá alguna afectación a este producto si se almacena a temperaturas inferiores a las recomendadas? Explique.
  10. Cuando se almacenan piñas la humedad relativa en la cámara debe mantenerse entre 85 y 90%, variando el tiempo de conservación según la temperatura de almacenamiento, como se muestra en la tabla:

Producto	Temperatura de almacenamiento, °C	Tiempo de almacenamiento, semanas
Piñas verdes	10 a 13	3 a 4
Piñas maduras	8	2 a 4

- Explique el por qué de la diferencia en las temperaturas de almacenamiento para piñas verdes y maduras.
- ¿Se afectará el tiempo de conservación de las piñas si la humedad relativa en la cámara se reduce hasta 75%? Explique su respuesta.

11. Piezas de carne de res, de 60kg de peso cada una, se almacenan a una temperatura de 10°C y humedad relativa 90%, observándose que las pérdidas de peso se comportaron con el tiempo de almacenamiento, según muestra la tabla siguiente:

Duración del almacenaje (meses)	2	4	6	8
Pérdidas de peso (%)	3,0	4,5	5,5	6,0

- ¿A qué se deben las pérdidas de peso?
  - ¿Cómo pueden evitarse o reducirse las pérdidas de peso?
12. Al almacenar carnes con cierto contenido de grasa se observó que su sabor se tornaba rancio después de cierto tiempo, dependiendo de la temperatura de almacenamiento, según se muestra en la tabla:

Temperatura, °C	Tiempo (comienzo del enranciamiento), meses
-9	2
-12	4
-18	10
-22	18

Explique por qué el tiempo en que comienza el enranciamiento es diferente y aumenta al disminuir la temperatura de almacenamiento.



## Capítulo 2: Uso de sustancias químicas

Se conoce que ya desde épocas muy lejanas de la historia el hombre ahumaba la carne con el objetivo de conservarla, y posteriormente con igual fin saló el pescado. En ambos casos estaba añadiendo sustancias químicas, cuando ahumaba la carne le estaba incorporando los componentes del humo, mientras que al salar el pescado la sal constituía la sustancia añadida.

En la actualidad son muchas las sustancias que se añaden a los alimentos con diferentes fines jugando un papel trascendental en la reducción de importantes deficiencias, lo que ha permitido garantizar que los alimentos mantengan determinadas características que satisfagan a los consumidores.

### **Aditivos alimentarios**

¿Qué es un aditivo para alimentos?

Al consultar diferentes bibliografías encontramos diversas definiciones acerca de lo que es un aditivo para alimentos, de las cuales citamos:

*Toda sustancia no consumida normalmente como alimento por sí misma y no empleada como ingrediente principal, tenga o no valor nutritivo, de cuya adición al alimento en la producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento), resulte o pueda esperarse que, directa o indirectamente, ella o sus subproductos se conviertan en un componente de tal alimento o afecte sus características. El término no comprende los contaminantes o los residuos de plaguicidas.*<sup>2</sup>

Se excluyen de esta definición las vitaminas, minerales y otros nutrientes añadidos para reforzar o enriquecer el alimento, como hierbas, especias, sal, levadura o proteínas hidrolizadas utilizadas para destacar el sabor.

*Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos con la finalidad de modificar y conservar sus características y lograr adaptarse al gusto de los consumidores sin variar su valor nutritivo.*<sup>3</sup>

*La sustancia que se adiciona directamente a los alimentos y bebidas durante su elaboración para proporcionar o intensificar su aroma, color o sabor, para mejorar su estabilidad o para su conservación*<sup>4</sup>

Por la acción que desempeñan sobre los alimentos los aditivos alimentarios pueden dividirse en las siguientes categorías:

---

<sup>2</sup> Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos “Acción, uso, análisis y toxicidad de los aditivos alimentarios”,

<sup>3</sup> ¿Qué son los aditivos para alimentos, QuimiNet, Material digitalizado.

<sup>4</sup> Los aditivos para alimentos, QuimiNet, Material digitalizado.

- I. Sustancias aditivas que se utilizan para impedir alteraciones químicas y biológicas y para evitar el deterioro de los alimentos.
- II. Sustancias aditivas que mantienen su valor nutritivo evitando la pérdida de nutrientes y reponiendo las que se producen por los tratamientos seguidos en el proceso de elaboración del producto.
- III. Sustancias aditivas que se usan para mejorar y garantizar las cualidades de textura y consistencia de los alimentos.
- IV. Sustancias que se utilizan para mejorar las características de los alimentos (olor, sabor, color, textura).

En la actualidad el uso de los aditivos para alimentos está reglamentado con mucho rigor, exigiéndose que antes de adicionar cualquier sustancia a los alimentos debe contarse con evidencia de que el mismo es inocuo al nivel que se pretende usar.

Es nuestro interés tratar en este capítulo los aditivos que contribuyen a incrementar la durabilidad de los alimentos.

Los agruparemos en tres grupos:

- ♣ Preservadores
- ♣ Antioxidantes
- ♣ Reguladores de acidez

### **Preservadores o preservantes.**

Se consideran preservadores a las sustancias químicas que ejercen su acción contra los microorganismos (bacterias, mohos y levaduras) que actúan sobre los alimentos descomponiéndolos, o sea, impiden que se produzcan fermentaciones, putrefacciones y el desarrollo de mohos que pueden alterar el alimento. Estas sustancias ejercen su función conservante con sólo añadir al alimento una pequeña cantidad. Entre ellas se encuentran los ácidos sórbico y benzoico y sus sales, dióxido de azufre, nitritos y nitratos. Hay diversos ácidos orgánicos que se producen de forma natural y que se utilizan para dar sabor y para controlar la acidez de los alimentos, como son los ácidos fumárico, málico, propiónico y acético y sus sales. Ellos además tienen una efectiva acción antimicrobiana.

Algunos ejemplos del uso de las sustancias preservadoras se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.1:** Ejemplos de sustancias preservantes

<b>Sustancia</b>	<b>Empleo</b>
Benzoato de sodio	En refrescos, conservas de frutas y vegetales para controlar mohos, levaduras y bacterias
Ácido sórbico	Para el control de mohos en los quesos

Sustancia	Empleo
Compuestos de cloro	Desinfección del agua, lavado bactericida de frutas y vegetales
Bifenil y sus derivados	En las cortezas de cítricos y otras frutas para minimizar el ataque de hongos o bacterias
Dióxido de azufre	Control del pardeamiento enzimático de frutas y hortalizas
Propionatos de sodio y calcio	En panes y pasteles como inhibidores de mohos

### **Antioxidantes**

Los alimentos que tienen algún contenido de grasa son susceptibles a que se produzca su oxidación, especialmente alimentos deshidratados y de contenido medio de agua. Para lograr que en el momento de su venta normal estos alimentos no presenten oxidación de las grasas que contienen es necesario recurrir a sustancias o métodos que permitan retardar su oxidación.

Las sustancias antioxidantes son compuestos que tienen la función de prevenir la oxidación de las grasas y proteger las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) de la oxidación.

Ejemplos de sustancias antioxidantes son: butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT), ácido ascórbico o Vitamina C, tocoferoles o vitamina E y el dióxido de azufre.

### **Reguladores de acidez**

Al tratar las causas de la descomposición de los alimentos se analizó la acidez como uno de estos factores. Los alimentos pueden presentar diferente acidez, o sea los hay muy ácidos como ocurre con los cítricos, ácidos como la guayaba o el tomate y poco ácidos como es el caso de la fruta bomba y el pepino. Estudiamos que dependiendo de la acidez del alimento estos pueden ser afectados por la acción de diferentes microorganismos. El grado de acidez de un alimento puede expresarse en función de su pH, clasificándose según la tabla 3.1.

**Tabla 2.2:** Clasificación de los alimentos atendiendo a su pH

Clasificación	Rango de pH	Ejemplos
Poco ácido	$\text{pH} \geq 4,5$	Leche, carnes, pescado, guisantes, papa, zanahoria, col
Ácido	$3,7 < \text{pH} < 4,5$	Tomates, piña, guayaba, mango.
Muy ácido	$\text{pH} \leq 3,7$	Límones, vinagre, vino, ciruela, naranjas, cereza, conservas en vinagre

Según sea el pH de un alimento es la probabilidad de ser atacado por determinados microorganismos, así tenemos que en los alimentos con pH inferior a 4,5 es menos probable el desarrollo de bacterias patógenas que en los alimentos con pH superior a este valor.

Los reguladores de acidez son sustancias que se utilizan para ajustar y controlar el pH en alimentos, contribuyendo a su mejor conservación. Estas sustancias pueden tener un carácter ácido o básico.

Si el alimento es poco ácido puede añadirse un ácido con el objetivo de incrementar su acidez, por ejemplo cuando se elaboran conservas de frutas como la fruta bomba puede añadirse ácido cítrico y en el caso de las conservas de vegetales como la papa o habichuela suele utilizarse vinagre. Esta adición permite que al realizar la esterilización de las conservas puedan aplicarse tratamientos térmicos no tan rigurosos como se necesitaría si no se hiciera la adición de ácido (ver en Capítulo 2, Efectos del pH).

Con el objetivo de regular el pH también pueden utilizarse sales, como el hidrógeno carbonato de sodio y los álcalis como los hidróxidos de magnesio, calcio, potasio y sodio.

**Tabla 2.3:** Ejemplos de sustancias reguladoras del pH

Sustancia	Empleo
Ácido cítrico y málico	Refrescos, conservas de frutas y vegetales
Ácido fosfórico	Refrescos
Vinagre	Conservas de vegetales

## **Las fermentaciones**

Los procesos de fermentación además de producir sabores y características nuevas y deseables en los alimentos, contribuyen a su conservación.

Durante estos procesos por la acción de los microorganismos se obtiene un medio ácido que imposibilita el crecimiento de las bacterias. Los microorganismos utilizados en el proceso de fermentación pueden ser bacterias, levaduras y mohos.

Ejemplos de productos obtenidos por fermentación son: yogurt, encurtidos, cerveza, queso, pan, vinos y vinagre.

En los procesos de fermentación deben tomarse las medidas necesarias que eviten la presencia de otros microorganismos ajenos al proceso y que lo afecten. Esto puede lograrse aplicando calor al producto antes de iniciarse el proceso de fermentación, como ocurre en el caso de la pasteurización de la leche que se utilizará en la fabricación de yogurt o queso; el escaldado de los vegetales y su introducción en una salmuera con una determinada concentración de cloruro de sodio en la elaboración de encurtidos.

El cloruro de sodio (sal común) limita el crecimiento de gérmenes putrefactos e inhibe el crecimiento de gérmenes indeseables en el proceso de la fermentación. No obstante hay ciertas bacterias que soportan grandes concentraciones de sal y crecen en las mismas.

### **Fermentación ácido- láctica**

Este tipo de fermentación es la que tiene lugar en la producción de yogurt y de vegetales encurtidos.

En el caso de la producción de yogurt tiene lugar la transformación de la lactosa de la leche en ácido láctico mediante la acción de determinadas bacterias (*Lactobacillus bulgaricus* o *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* o *Streptococcus Lactis*). Antes de la inoculación de las bacterias a la leche, ésta debe ser tratada térmicamente de manera que no haya otros microorganismos presentes que compitan con las bacterias inoculadas y se obtenga un producto no deseado.

Para la inoculación de las bacterias encargadas de producir la fermentación la temperatura de la leche debe ser la temperatura óptima para la cual estos microorganismos se desarrollan. Esta temperatura generalmente se encuentra entre 37 y 45°C, durando el proceso de 3 a 3 ½ horas hasta alcanzar la acidez deseada (1,5%).

El producto obtenido (yogurt) presenta una mayor viscosidad y mayor acidez que la leche. Al presentar mayor acidez (menor pH) que la leche, el yogurt tiene una durabilidad mayor. Este producto se conserva unos 7 días si se mantiene en almacenamiento refrigerado a una temperatura entre 4 y 6°C; pueden lograrse períodos mayores si se envasa adecuadamente.

En la elaboración de encurtidos se combina el salado y la fermentación. Los vegetales que se van a encurtir se introducen en una salmuera de cloruro de sodio con una concentración de 12%, con el objetivo de evitar el desarrollo de microorganismos indeseables en el proceso. Durante el proceso de fermentación parte de los carbohidratos del producto se transforman en ácidos, lográndose de este modo un producto de mayor durabilidad.

Aunque pueden conservarse en la solución obtenida durante el proceso de fermentación, para lograr mejorar el sabor se puede preparar una solución de cloruro de sodio con una concentración de 2 a 2.5% a la cual se añade vinagre para obtener una solución ácida donde se añaden los vegetales después de escurrirlos. Para una mayor durabilidad pueden envasarse y aplicarle tratamiento térmico.

Los productos fermentados pueden descomponerse, siendo las principales causas de su descomposición:

- ♣ Malas condiciones durante la fermentación.

- ♣ Oxidación del ácido láctico y otros ácidos del producto fermentado ocasionados por levaduras y mohos que permiten el desarrollo de otros microorganismos y afectan el aspecto, sabor, textura, y color del producto.

El almacenamiento en frío de los productos fermentados y encurtidos le proporciona mejor estabilidad por varios meses y para los largos periodos de almacenamiento se demanda una protección mas completa y se utiliza el proceso de enlatado.

### **Salado, curado y ahumado**

Estos métodos que pueden aplicarse por separado o combinándolos suelen utilizarse en las carnes.

### **Salado o salazón**

El salado consiste en añadir sal común (cloruro de sodio) a la carne y puede realizarse de dos formas diferentes:

Salazón seca ----- Las carnes se frotan con la sal

Salazón húmeda ----- Las carnes se sumergen o se inyectan con una salmuera de concentración de cloruro de sodio de 15 a 20%

Salazón mixta ----- Se realiza una salazón seca seguida de una húmeda o viceversa.

En ambos casos tiene lugar un proceso de difusión de la sal en el músculo que pierde parte de su contenido de agua por ósmosis (Paso de disolvente pero no de soluto entre dos disoluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable). En esto consiste la acción bacteriostática de la sal.

La sal también ejerce una acción bactericida o sea actúa directamente sobre los microorganismos los que mueren.

Por ambas acciones se logra un aumento en la durabilidad de las carnes así tratadas.

Las carnes que serán saladas deben encontrarse en perfectas condiciones higiénicas y tener un pH menor a 5,8.

El salado de las carnes, además de favorecer la conservación de las mismas, influye en el cambio de su sabor, color y olor, su consistencia se torna seca y dura, la capacidad de retención del agua es menor; las grasas se enrancian más rápidamente ya que la sal cataliza el proceso de oxidación de las mismas; hay modificaciones en el estado coloidal de las proteínas.

Los efectos indeseables de los productos salados son:

- ♣ Enrojecimiento de la superficie que le da aspecto desagradable por el crecimiento bacteriano.
- ♣ Manchas moteadas que son de color café y llegan a cubrir toda la superficie por acción de un hongo.
- ♣ Contaminación por moscas cuando se está en el proceso de secado.

## **Curado**

Se conoce por curado al proceso que se realiza para prolongar la durabilidad de las carnes mediante la adición de sal común y nitritos o nitratos de sodio o potasio, conociéndose a esta mezcla como sal de cura. Con esto se conserva el color de la carne y mejora su olor y sabor. También en el curado de las carnes está autorizado el uso del azúcar y el vinagre.

El curado de las carnes puede realizarse según los procedimientos siguientes:

- ♣ **Seco:** La mezcla de ingredientes se frota sobre la superficie de las carnes.
- ♣ **Adobado:** Se prepara una solución con los ingredientes donde se sumerge la carne.
- ♣ **Inyección:** Una solución concentrada de los ingredientes se inyecta a las carnes a través de venas, arterias y tejido muscular.
- ♣ **Adición directa:** La mezcla de ingredientes finamente triturados se añade directamente a las carnes, este es el caso de los embutidos.

Las personas encargadas de preparar la salmuera con la sal de cura, que se utilizará en la fabricación de los productos curados, deben tener mucho cuidado en su preparación, ya que las sales de nitro son tóxicas si se utilizan en dosis mayores que las autorizadas por las legislaciones sanitarias, afectaría a los consumidores de estos productos produciéndose intoxicaciones, que en casos extremos causarían su muerte.

En los productos curados aparecen efectos indeseables como:

- ♣ Decoloración del producto terminado.
- ♣ Crecimiento en la superficie externa de los embutidos cuando la humedad es alta como son las levaduras y los micrococos que forman una capa de limo.
- ♣ Enverdeamiento de los embutidos próximo a la tripa por producción de peróxido por lacto bacilo.
- ♣ Color gris por la acción de algunas bacterias.
- ♣ Formación de gas (dióxido de carbono) que hincha los embutidos.
- ♣ La alteración mas frecuente es el agriado dando un repugnante olor especialmente en zonas próximas al hueso

Para evitar el deterioro por microorganismos los productos curados deben almacenarse a una temperatura de 5°C.





## **Ahumado**

Este proceso se realiza exponiendo las carnes a la acción del humo obtenido por la combustión de madera.

Durante la combustión de la madera, con suministro limitado de aire, se obtiene el humo que contiene cientos de sustancias, algunas de las cuales tienen carácter bactericida, como el metanol y la creosota y además ocurre la deshidratación de las carnes, lo que contribuye a su conservación. Además de la conservación del producto otra finalidad del ahumado es dar sabor a las carnes. Debemos tener en cuenta que algunos componentes del humo son dañinos para la salud por lo que no debe abusarse del consumo de estos productos.

Con frecuencia se combinan varios métodos para facilitar aún más la conservación de los productos, por ejemplo las carnes curadas se ahuman o se guardan en refrigeración o ambas cosas.

El salado, curado y ahumado o combinación de ellos no garantiza la esterilidad de los productos, por lo que existe la posibilidad de que si se utiliza una materia prima contaminada con microorganismos estos sobrevivan a estos procesos. Entre estos microorganismos se encuentran Salmonelas, E. coli, Proteus.

## **Concentrados de azúcar**

Altas concentraciones de azúcar (60% o más) ejercen un efecto similar al que ejerce la sal en los productos salados, o sea, inhibe el crecimiento bacteriano. Ejemplos de sustancias que se conservan por altas concentraciones de azúcar son, las frutas confitadas, las mermeladas concentradas y las cremas de frutas. En las frutas confitadas además de la alta concentración de azúcar que se logra, se produce pérdida de agua obteniéndose un producto de menor actividad de agua, lo cual favorece aún más su conservación.

Para obtener altas concentraciones de azúcar puede adicionarse azúcar al alimento, también pueden obtenerse mediante la concentración que puede realizarse en equipos de intercambio térmico, por ejemplo en equipos de doble pared y/o fondo, evaporadores de tubos largos. En este proceso puede lograrse destrucción de los microorganismos dependiendo de la temperatura a que se realice la concentración.

En los productos con altas concentraciones de azúcar pueden ocurrir alteraciones como son:

- ♣ Caramelización de los azúcares que provoca cambios en el color y sabor del producto.
- ♣ Cristalización de los azúcares, lo cual produce una textura arenosa y azucarada.
- ♣ Desnaturalización de proteínas.

### Ejercicios propuestos

1. Confeccione un cuadro donde muestre los grupos de aditivos alimentarios, teniendo en cuenta la proporción en que se utilizan, su función y otras características que considere de interés. Cite ejemplos.
2. Entre los aditivos utilizados para incrementar la durabilidad de los alimentos se encuentran los preservantes y los antioxidantes. Respecto a estas sustancias responda:
  - a) ¿Cuál es su función?
  - b) Cite ejemplos.
  - c) ¿Producen cambios en las características sensoriales de los alimentos?
  - d) Precauciones que deben tenerse al usarlos.
3. Para cada uno de los alimentos que se relacionan, proponga un método de conservación utilizando sustancias químicas. En cada caso explique cómo ocurre la conservación del mismo.
  - a) Guayaba b) Carne de res c) col d) leche e) carne de cerdo f) pescado.
4. Para conservar las carnes pueden emplearse métodos donde se utilicen sustancias químicas, como, sal común, sal de cura y humo. Con relación a estos métodos responda:
  - a) Explique en qué consiste su acción conservadora.
  - b) Formas de realizarlo.
  - c) Cambios que se producen en el alimento tratado.
  - d) ¿Qué condiciones debe cumplir el alimento para ser tratado?
5. ¿Es aconsejable que a una carne que presenta síntomas de descomposición se aplique un tratamiento químico con el fin de conservarla? Explique su respuesta.
6. ¿Qué cuidado debe tenerse al preparar la sal de cura? ¿Por qué?
7. ¿Por qué no deben emplearse maderas resinosas para realizar el ahumado? ¿Qué tipo de madera debe utilizarse? Cite ejemplos.
8. ¿Qué es el humo líquido y qué ventajas tiene respecto al humo obtenido de la combustión de la madera?
9. El curado de las carnes es otro método que se aplica para su conservación. Con respecto a este método, responda:
  - a) ¿Qué sustancias se emplean?
  - b) Ventajas y desventajas de su aplicación.

10. En el caso de las frutas pueden utilizarse altas concentraciones de azúcar para su conservación.
- a) ¿Por qué altas concentraciones de azúcar contribuyen a la conservación del alimento?
  - b) ¿Qué alteraciones pueden presentarse en estos productos?
  - c) ¿Cómo pueden obtenerse altas concentraciones de azúcar?
  - d) Cite ejemplos de productos donde se empleen altas concentraciones de azúcar para su conservación.
11. La durabilidad de una mermelada de mango que contiene 25% de azúcar es menor que la de otra mermelada de mango con 60% de concentración de azúcar. Argumente esta afirmación.

## **CAPÍTULO 3: Tratamiento térmico, otro procedimiento para conservar alimentos.**

El tratamiento térmico constituye el procedimiento de conservación de alimentos más ampliamente utilizado y se pueden lograr varios grados de conservación dependiendo de las condiciones que existan durante el tratamiento.

### **1. Escaldado**

Es un tratamiento térmico cuya finalidad es la inactivación de enzimas presentes en los alimentos, utilizándose principalmente en los vegetales. Puede realizarse introduciendo el vegetal en agua hirviendo durante unos pocos minutos (generalmente menos de 10 minutos) o exponiéndolo al vapor de agua.

Además de la inactivación de enzimas, dependiendo de la intensidad del escaldado, pueden destruirse algunos microorganismos.

### **2. Pasteurización**

Es el tratamiento que se realiza con el objetivo de destruir microorganismos perjudiciales, manteniendo la composición, las características sensoriales y el valor nutritivo del alimento, generalmente se realiza a temperaturas inferiores a los 100 °C. Lleva su nombre en honor del químico francés Louis Pasteur, quien en 1865 lo ideó con el objetivo de inhibir la fermentación del vino y de la leche.

#### **Casos en que se aplica la pasteurización**

Son varios los casos en los que se aplica la pasteurización durante la elaboración de los productos alimenticios, entre los que se encuentran los que se relacionan a continuación:

- ♣ Un calentamiento más enérgico afecta las características sensoriales del alimento, como el jamón enlatado y los jugos de frutas.
- ♣ En la leche solamente se persigue la destrucción de algunas especies de microorganismos (patógenos) como el bacilo que produce la tuberculosis.
- ♣ En el caso de la fermentación ácido láctica en la producción de yogurt Se persigue desarrollar una fermentación deseable y para lograrlo resulta apropiado previamente destruir microorganismos presentes en el alimento que se desarrollarían en competencia con los deseados.
- ♣ Conservas de frutas y vegetales con pH inferior a 4,5

Al realizar la pasteurización de un alimento debe cuidarse aplicar el tratamiento térmico adecuado (temperatura y tiempo de exposición a esta temperatura) de modo que se garantice la destrucción de todos los microorganismos que se desea destruir.

También debe tenerse en cuenta que quedan presentes otros microorganismos que aunque no produzcan enfermedades pueden causar transformaciones indeseables en

el alimento y por esta razón la pasteurización generalmente se combina con la refrigeración, o sea, los productos pasteurizados se almacenan a bajas temperaturas de manera que los microorganismos presentes no encuentren condiciones favorables para desarrollarse y pueda conservarse el alimento durante un tiempo prudencial, por ejemplo la leche pasteurizada almacenada a temperaturas entre 4 y 6°C tiene un tiempo de conservación de hasta 72 horas.

### **3. Esterilización**

La esterilización es el proceso que da lugar a la destrucción de todo organismo vivo en cualquier objeto o material, realizándose por medios físicos o por procedimientos químicos.

En la elaboración de conservas se utiliza el término “esterilización comercial” lo cual significa un grado de esterilidad en el cual todos los microorganismos patógenos y generadores de toxinas han sido destruidos, así como todos los demás tipos de microorganismos que estando presentes en el producto se desarrollarían en condiciones normales provocando la descomposición de los mismos.

Un alimento “comercialmente estéril” es el que puede contener un número muy pequeño de esporas bacterianas resistentes sin que éstas proliferen en él. Los alimentos “comercialmente estériles” pueden conservarse por períodos largos de tiempo (al menos dos años) sin que se observe crecimiento de microorganismos, generalmente su deterioro ocurre por otras causas como cambios de sabor y de textura.

Cuando se pretende la destrucción total de microorganismos, debido a que las bacterias cuando encuentran condiciones adversas para su desarrollo adquieren formas más resistentes (esporas), se requiere de un tratamiento a temperaturas superiores a 100 °C (generalmente 121°C), sin embargo para lograr la esterilidad comercial no se precisan estas temperaturas, siempre que se hayan creado condiciones que no permitan el desarrollo de los microorganismos presentes.

### **Elaboración de conservas esterilizadas. Determinación del tratamiento térmico requerido.**

Uno de los procedimientos de conservación de alimentos más utilizado es envasarlos herméticamente en un recipiente y someterlos a un calentamiento que destruya o inactive los microorganismos y enzimas que puedan alterarlos<sup>5</sup>.

Para elaborar una conserva esterilizada debemos tener en cuenta:

---

<sup>5</sup> El proceso fue inventado en 1810 por Nicolás Appert, un repostero francés.

En el proceso Appert, la comida se cocinaba en cazuelas abiertas y se introducía en frascos de cristal que a continuación se sellaban con corchos sujetos con alambre. Más tarde, los frascos se calentaban sumergiéndolos en agua hirviendo.

- ♣ El calor aplicado al alimento afecta sus propiedades de forma adversa, su valor nutricional disminuye con la intensidad del tratamiento y sus características sensoriales pueden variar, por ejemplo pueden ocurrir cambios en su color por caramización de azúcares.
- ♣ Qué tipo de microorganismo es más probable que contamine el alimento: bacterias, mohos o levaduras.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto se debe diseñar un tratamiento que emplee una relación entre la temperatura aplicada y el tiempo de exposición del alimento a esta temperatura, que garantice se mantengan sus características nutricionales y sensoriales lo más parecidas al alimento fresco y que además garantice la destrucción de los microorganismos capaces de alterarlo o de producir enfermedades en los consumidores.

Las bacterias son los microorganismos más resistentes al calor, entre ellas se encuentra el *Clostridium botulinum*, causante de la enfermedad conocida como “botulismo”.<sup>6</sup>

El *Clostridium botulinum* es un patógeno muy resistente procedente del suelo y que crece en muchas carnes y vegetales. También hay otras bacterias, que aunque no patógenas, propician la descomposición de los alimentos contaminados con ellas, estas son el Anaerobio putrefactivo y el *Bacillus stearothermophilus*, microorganismos más resistentes al calor que el *Clostridium botulinum*. Si al diseñar el tratamiento térmico lo hacemos de manera que se garantice la inactivación del Anaerobio putrefactivo y el *Bacillus stearothermophilus*, garantizamos que el *Clostridium botulinum* y demás patógenos presentes en el alimento sean destruidos.

## **Influencia de las características del medio en el tratamiento aplicado**

### **♣ Temperatura**

Los microorganismos son más sensibles a las temperaturas altas que los componentes de los alimentos. Se ha comprobado que un aumento de temperatura de 10°C duplica la velocidad de las reacciones químicas que dan lugar al deterioro de los alimentos, mientras que la velocidad de destrucción de los microorganismos se multiplica por diez.

Existen diversas combinaciones de tiempo y temperatura que proporcionan igual efectividad en la destrucción microbiana, así tenemos por ejemplo, que para la destruc-

---

<sup>6</sup> Botulismo, intoxicación producida por el consumo de alimentos contaminados por toxinas provenientes del *Clostridium botulinum*, bacteria tóxica. Los alimentos mal envasados o incorrectamente esterilizados constituyen un medio idóneo para su desarrollo. y afecta al sistema nervioso central interrumpiendo la transmisión de los impulsos nerviosos, aunque las funciones cognitivas se mantienen. La incapacidad progresa desde la dificultad para deambular y deglutir junto a un deterioro de la visión y el habla, hasta la aparición de convulsiones ocasionales, y por último parálisis de los músculos respiratorios, asfixia, y muerte, todo en un intervalo de pocas horas o días según la cantidad de toxina ingerida. Dos tercios de los sujetos afectados fallecen.

ción del *Clostridium botulinum* se logran similares resultados utilizando las siguientes relaciones de tiempo y temperatura:

0,78 minutos a 127°C	10 minutos a 115°C
1,45 minutos a 124°C	36 minutos a 110°C
2,78 minutos a 121°C	330 minutos a 100°C

A los procesos mediante los cuales se logran iguales resultados en cuanto a la destrucción de los microorganismos se les denomina “procesos equivalentes”.

Contribuye más al deterioro de las características nutricionales (vitaminas, proteínas, etc.) y sensoriales (color, sabor, textura), el tiempo de exposición del alimento a las altas temperaturas, que la temperatura en sí. Por esta razón con el objetivo de que las características del alimento se afecten lo menos posible se prefieren los tratamientos que utilizan altas temperaturas durante corto tiempo, por ejemplo, los cítricos antiguamente se trataban para su conservación a 63°C durante 30 minutos, actualmente este proceso se realiza de forma casi instantánea utilizándose temperatura de 88°C durante un minuto o a 100°C durante 12 segundos, lográndose un jugo de mejor calidad en lo que se refiere a su sabor y retención de las vitaminas.

#### ♣ **Composición del medio**

La resistencia térmica de los microorganismos está muy influenciada por la composición de los mismos.

#### **Efecto del pH**

La resistencia máxima de los microorganismos al calor se observa para pH entre 6,6 y 7,0, cuando el pH baja de 6,0 a 5,0 la resistencia baja mucho y permanece casi constante para pH menor a 4,5.

El *Clostridium botulinum* no se desarrolla en pH menor a 4,5. En los alimentos con pH inferior a este valor proliferan microorganismos como levaduras, mohos y bacterias anaerobias facultativas del género *Bacillus* coagulante, que pueden causar alteración en el producto pero sin peligro para el consumidor.

Generalmente el pH del alimento determina la intensidad del tratamiento térmico que debe aplicarse para garantizar su esterilización:

pH ≤ 3,7	Con un calentamiento moderado (T=85°C) se asegura la destrucción de mohos y levaduras, formas vegetativas de bacterias y la inactivación de las enzimas. El bajo pH no permite el desarrollo de esporas bacterianas.
3,7 < pH < 4,5	Con estos valores de pH es muy poco probable la presencia de <i>Clostridium botulinum</i> y se asegura su esterilización con un tratamiento a temperaturas entre 95 y 100°C.

pH $\geq$ 4,5	Existe riesgo de la presencia de <i>Clostridium botulinum</i> por lo que se requiere de un tratamiento térmico que garantice la de las formas vegetativas y las esporas, lo que se logra con temperaturas superiores a 100°C.
---------------	---

Es bueno aclarar que cuando se habla de un tratamiento térmico no sólo se trata de la temperatura que se alcanza en el punto frío del producto en cuestión, si no se debe tener en cuenta que esta temperatura debe mantenerse durante un determinado tiempo que asegure la destrucción de los microorganismos, o sea, un tratamiento térmico implica mantener el alimento a una temperatura dada durante un tiempo determinado.

### **Presencia de aditivos**

La termorresistencia de los microorganismos se ve afectada por la presencia de algunas sustancias que se adicionan, así el cloruro de sodio en concentraciones inferiores a un 4% la aumenta, pero a concentraciones superiores la disminuye. Altas concentraciones de azúcar aumentan la termorresistencia de las esporas bacterianas. Los aceites y grasas también ejercen un efecto protector en los microorganismos, basado en que ellos obstaculizan la penetración del calor húmedo.<sup>7</sup>

### **Transmisión del calor en el interior de los envases**

Cuando el envase que contiene al alimento se coloca dentro de un autoclave o de un baño de agua para recibir tratamiento térmico, se produce una transmisión del calor desde las paredes del envase hacia su interior, por lo que las porciones del alimento más próximas a las paredes del envase alcanzarán la temperatura indicada para el tratamiento primero, mientras que los más alejados la alcanzarán más tarde. El punto del interior del alimento que más tarda en alcanzar la temperatura indicada para realizar el tratamiento térmico se denomina punto frío o punto crítico.

Dependiendo de las proporciones de líquido y sólido en el alimento el mecanismo de transmisión del calor que predomina en el proceso será por conducción o convección.

En el caso de conservas donde predomina la transmisión del calor por conducción el punto frío se encuentra en el centro geométrico del envase, generalmente esto ocurre cuando la proporción del sólido es mayor que la del líquido o en alimentos como salsas y otros de alta viscosidad. (Fig. 3.1)

Si la proporción de líquido es mayor que la de sólido el mecanismo de transmisión del calor prevaleciente es la convección y en este caso el punto de más lento calentamiento o punto frío se encuentra sobre el eje imaginario que pasa por el centro del envase a una altura de  $\frac{1}{4}$  de la altura total del envase (Fig. 3.2)

---

<sup>7</sup> La humedad facilita la transmisión del calor, por lo que el calor húmedo resulta más eficaz en la destrucción de los microorganismos.



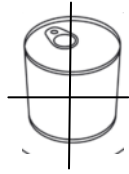


Fig. 3.1

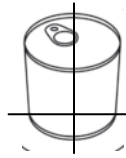


Fig. 3.2

## **Etapas del proceso**

Durante el tratamiento térmico de un alimento se distinguen tres etapas:

### **1. Etapa de calentamiento**

Durante esta etapa el alimento emplea el calor que recibe en elevar su temperatura hasta la temperatura de pasteurización o esterilización, según sea el caso. Para lograrlo se consume un tiempo que se denomina tiempo de calentamiento.

### **2. Etapa de retención**

Después de alcanzada la temperatura a la cual debe realizarse el tratamiento térmico, para lograr el objetivo (pasteurización o esterilización) se requiere mantener al alimento sometido a esta temperatura durante un tiempo determinado que se denomina tiempo de retención.

### **3. Etapa de enfriamiento**

Después de finalizar la etapa de retención, debe enfriarse lo más rápido posible para que si algún microorganismo de los que deseamos destruir ha resistido al tratamiento, al ocurrir un cambio brusco de temperatura, al no dársele oportunidad para adaptarse a las nuevas condiciones, pueda lograrse su destrucción.

**Fig. 3.3:** Autoclave y baño de maría utilizados para la esterilización.



## **Envasado de conservas esterilizadas**

El envasado de una conserva puede suceder o preceder al proceso de esterilización.

Cuando el envasado se realiza posteriormente a la esterilización se requiere que el procedimiento de envasado se realice en condiciones asépticas sin contacto del alimento con el medio ambiente.

En nuestro país es más frecuentemente el envasado previo a la esterilización debiéndose tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Temperatura de llenado de los envases
2. Altura de llenado de los envases
3. Hermeticidad de los envases

### **Temperatura de llenado de los envases**

La temperatura de llenado debe ser de 85 a 95°C. A estas temperaturas los gases son muy poco solubles en el líquido y escapan a la atmósfera, evitándose con esto la presencia de oxígeno en el alimento. Igual efecto se logra cuando esta operación se realiza a temperatura ambiente y se hace vacío dentro del envase.

Las altas temperaturas en el llenado también contribuyen a que cualquier microorganismo que se encuentre en el medio encuentre condiciones adversas para su desarrollo.

### **Altura de llenado de los envases**

Al llenar los envases debe tenerse en cuenta que el alimento ocupe el 95% de su capacidad (el alimento debe ocupar hasta aproximadamente 1cm por debajo de la boca del envase). Esto garantiza un espacio disponible para cuando el alimento reciba calor y se dilate y poco espacio donde acumularse aire.

El llenado se realiza de dos formas que dependen del tipo de producto que se esteriliza:

- ♣ **Llenado en frío:** Se denomina así al llenado que se realiza cuando el producto consta de una parte sólida y otra líquida. En este caso para llenar los envases se coloca primero el sólido que puede estar a temperatura ambiente y después se incorpora el líquido de cobertura (sirope o salmuera) el cual debe encontrarse entre 85 y 95°C. Como entre el sólido inicialmente hay espacios vacíos que son ocupados por aire, debe moverse el envase de manera que el líquido penetre en estos espacios desplazando al aire que burbujeará escapando a la superficie. Cuando no se observe más el burbujeo se procede a rellenar el envase y a cerrarlo.
- ♣ **Llenado en caliente:** Si el producto es una pulpa o mermelada se introduce en el envase a la temperatura de llenado (85 a 95°C) y se procede a cerrar el envase de inmediato ya que no debe contener aire a esta temperatura.

## **Hermeticidad de los envases**

Es muy importante tener en cuenta la hermeticidad de los envases pues si ésta no se cumple, penetra aire en el envase y con él microorganismos y la esterilización no cumplirá su objetivo.

Antes de utilizar los envases debe probarse su hermeticidad, en el caso de los envases de vidrio se llenan con agua y se tapan, luego se voltean y se observa si no se derrama el líquido.

## **Ejercicios propuestos**

1. Confeccione un cuadro donde resuma los tratamientos térmicos que se aplican a los alimentos, especificando la finalidad de cada uno y poniendo ejemplos de procesos que conozca donde los mismos se utilicen.
2. Confecciona un cuadro donde se relacionen alimentos de origen vegetal y animal y los pH correspondientes. Clasifíquelos en poco ácidos, ácidos o muy ácidos.
3. ¿Cómo influyen los aditivos en el rigor del tratamiento térmico que es necesario aplicar a un alimento para lograr su esterilización?
4. ¿Qué entiende por procesos equivalentes? Cite ejemplos de ellos.
5. ¿Qué parámetros deben controlarse durante los procesos de tratamiento térmico? ¿Qué importancia tiene este control?
6. Ejemplifique el proceso de pasteurización de un alimento especificando sus parámetros y el de su proceso equivalente.
7. Explique la importancia que tiene el envasado de los productos esterilizados.
8. Usted elabora mermelada de guayaba ( $\text{pH} < 4,5$ ), tajadas de mango ( $\text{pH} < 4,5$ ), y cubitos de papa ( $\text{pH} > 4,5$ ),. Explique el procedimiento y parámetros de la operación que utilizaría durante la elaboración y envasado de estos productos.
9. En una fábrica donde se producen cascotes de guayaba en almíbar, al realizar la operación de envasado de un lote de este producto la temperatura de llenado del almíbar no rebasó los  $60^{\circ}\text{C}$ , ¿Podrá esto influir en la durabilidad de este producto? Argumente su respuesta.
10. La hermeticidad de los envases utilizados para envasar conservas esterilizadas es muy importante para garantizar la durabilidad de las mismas. Argumente esta afirmación.

## Capítulo 4: Refrigeración y congelación de alimentos

La refrigeración y la congelación consisten en métodos de conservación de alimentos donde se produce la extracción de calor del alimento. En el caso de la refrigeración la temperatura del alimento se mantiene por encima de su punto de congelación, generalmente entre  $-3$  y  $5^{\circ}\text{C}$ , mientras que en el caso de la congelación se basa en la solidificación del agua contenida en éstos. En alimentación se define la congelación como la aplicación intensa de frío capaz de detener los procesos bacteriológicos y enzimáticos que alteran los alimentos.

La cadena de frío es una cadena de suministro de temperatura controlada. Una cadena de frío que se mantiene intacta garantiza a un consumidor que el producto de consumo que recibe, se ha mantenido durante la producción, transporte, almacenamiento y venta dentro de un rango de temperaturas dada.

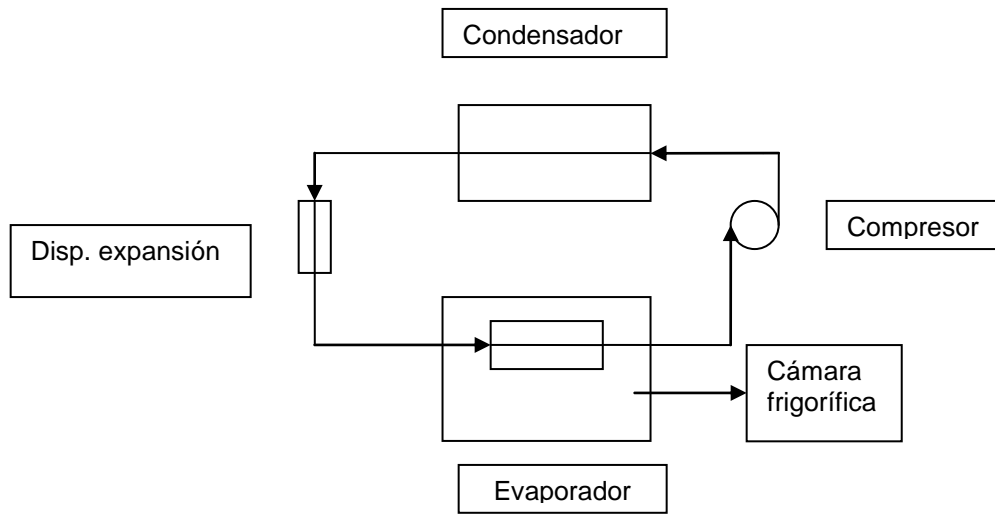
En el abastecimiento de alimentos se emplean las cadenas de frío, pretendiéndose con ellas que los microorganismos más perjudiciales detengan su actividad lo cual habitualmente lo hacen a temperaturas de  $-7^{\circ}\text{C}$ .

Existen varias formas de obtener temperaturas bajas en los alimentos, entre las cuales se encuentran, el ciclo de refrigeración por compresión de vapores, líquidos enfriados y líquidos criogénicos.

### Ciclo por compresión de vapores

En este sistema la sustancia de trabajo del ciclo, denominada refrigerante, sufre diferentes transformaciones.

- ♣ Compresión: Ocurre en el compresor. Aquí la sustancia refrigerante, en forma de vapor, entra a baja presión ( $P_1$ ) y baja temperatura ( $T_1$ ). En este equipo su presión y temperatura se incrementan hasta  $P_2$  y  $T_2$ , para pasar al condensador.
- ♣ Condensación: Tiene lugar en el condensador, donde mediante intercambio de calor con el aire o agua, la sustancia refrigerante cede calor y se condensa a presión constante  $P_2$ .
- ♣ Expansión: Después que sale del condensador, el refrigerante pasa a un dispositivo donde se expande, reduciendo su presión.
- ♣ Evaporación: La sustancia refrigerante sigue su recorrido por el sistema hasta llegar al evaporador. El evaporador consiste en un sistema de serpentines colocados dentro de la cámara donde se almacenan los alimentos. Allí la sustancia refrigerante absorbe calor del aire y el aire frío a su vez absorbe calor de los alimentos allí colocados. La sustancia refrigerante absorbe calor y se evapora, repitiéndose de forma cíclica los procesos descritos anteriormente.



### **Líquidos enfriados**

Los líquidos utilizados para enfriar alimentos pueden ser el agua helada o soluciones que presentan un descenso crioscópico considerable, por ejemplo soluciones de cloruro de calcio. El descenso crioscópico depende de la naturaleza de la sustancia y de su concentración, generalmente el descenso es mayor a mayor concentración de la misma.

Los líquidos utilizados para enfriar los alimentos se enfrían previamente en un sistema por compresión de vapores. Esta forma de enfriar alimentos tiene la ventaja que evita la contaminación de los mismos de producirse un escape del refrigerante, ya que el alimento no está expuesto directamente a éste.

### **Líquidos criogénicos**

Son sustancias gaseosas, por ejemplo el dinitrógeno ( $N_2$ ), que cuando se comprimen y enfrían se condensan o sea se convierten en líquidos. Bajo estas condiciones son capaces de absorber calor y bajar considerablemente la temperatura a otras sustancias con las que intercambian calor. Los productos que se enfrían por este método deben estar protegidos por envases.

Durante la década de los 90 casi todos los países firmaron y consecuentemente ratificaron el Protocolo de Montreal de San Ignacio y sus correcciones posteriores. Este acuerdo incluye una escala de tiempo estricto para la desaparición de refrigerantes que atacan el ozono y requiere el uso provisional hasta su sustitución por refrigerantes que no dañen el ozono. Este cambio resultó en el aumento de la variedad de refrigerantes

de uso común existentes de 3 a 4 veces mayor y en la necesidad de asegurarse de que las prácticas de los ingenieros sean muy exigentes.

La firma del Acuerdo de Kyoto hace que aumente la necesidad de las prácticas ya que muchos de los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado usan una considerable cantidad de energía y por lo tanto contribuyen ya sea directa o indirectamente al calentamiento global.

### **Métodos y equipos utilizados en el enfriamiento de productos alimenticios**

El objetivo de realizar el enfriamiento de un alimento es bajar su temperatura hasta un valor determinado que permita lograr una mayor durabilidad del mismo. Durante el enfriamiento de un alimento la temperatura final puede ser superior a la de la congelación, en este caso estamos en presencia de un proceso de refrigeración. Si el enfriamiento del alimento ocurre ponen a que la transferencia de calor ocurra, que son el tipo, espesor y superficie del material de forma tal que gran parte del agua que contiene se solidifica, entonces ocurrirá la congelación del alimento.

Para lograr el enfriamiento del producto debe producirse la transferencia de calor desde el alimento hasta el medio de enfriamiento. En este proceso existe una fuerza que es la que provoca se produzca un flujo de calor desde el alimento hasta el medio de enfriamiento, esta fuerza es la diferencia de temperatura entre ambos. Pero también existen resistencias que se oponen a la transferencia del calor, como el espesor, la superficie del material y el tipo de material a través del cual se produce la transferencia de calor, velocidad del aire, geometría del producto, etc.

$$\text{Velocidad de enfriamiento} = \frac{\Delta T}{\Sigma \text{Resistencias}}$$

Mientras mayor es la diferencia de temperatura entre el alimento que se enfría y el medio de enfriamiento, mayor es la velocidad de enfriamiento del referido alimento. De igual forma lograremos una mayor velocidad de enfriamiento en la medida que las resistencias que se oponen a la transferencia de calor sean menores.

El enfriamiento del producto puede realizarse de forma lenta o de forma rápida. Si el enfriamiento ocurre más rápidamente se logra que el crecimiento y desarrollo de los microorganismos se reduzca en menor tiempo y que la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas disminuya.

Existen diversos métodos y equipos que nos permiten lograr el enfriamiento de un producto.

## **1. Enfriamiento por aire**

El aire utilizado como medio de enfriamiento puede tener poco movimiento como ocurre en un refrigerador doméstico o puede moverse en ráfagas como ocurre en los túneles de enfriamiento y en cámaras frigoríficas donde se utilizan ventiladores.

El enfriamiento rápido es conveniente para detener el crecimiento y desarrollo de los microorganismos en menor tiempo, para reducir más rápido la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas y la desecación.

## **2. Enfriamiento por contacto con una superficie**

Cuando el alimento se enfría mediante el intercambio de calor con una sustancia que se encuentra separada del mismo por una superficie, como ocurre cuando se utilizan intercambiadores de calor a placas, tubulares, de doble pared, etc. como ocurre cuando se produce el enfriamiento de la leche en un pasteurizador a placas.

## **3. Enfriamiento por inmersión**

El alimento que se enfría se coloca dentro de un recipiente donde se encuentra la sustancia que actúa como medio de enfriamiento, por ejemplo en los barcos de pesca, el pescado según se captura se coloca dentro de tanques con hielo y agua helada.

## **Clasificación de los alimentos que se refrigeran y se congelan**

Los productos alimenticios pueden clasificarse en dos grandes grupos, aquellos que continúan vivos, o sea su metabolismo continúa funcionando después de recolectados, este es el caso de las frutas y vegetales, y los que no continúan vivos, dentro de los cuales se encuentran productos cárnicos, de pescado y lácteos.

## **Influencia de la temperatura en la calidad de los productos**

Debemos tener en cuenta las causas que provocan la descomposición de estos alimentos, las frutas y vegetales son afectados por los microorganismos, reacciones bioquímicas y la desecación, y para evitar sus efectos es conveniente almacenarlos a bajas temperaturas, pero si queremos que mantengan las características del producto fresco, deben conservarse a temperaturas superiores al punto de congelación y en muchas ocasiones estas temperaturas deben estar alejadas del mismo para evitar los daños fisiológicos, como ocurre en el caso de las papas que se almacenan a temperaturas inferiores a 5°C, ya que por acumulación de azúcares reductores se produce un endulzamiento. Con el objetivo de prolongar por más tiempo su conservación, estos productos pueden congelarse, pero cambian su textura y su uso será para elaboración de mermeladas, jugos, etc.

En los productos de origen animal la reducción de la temperatura tiene como fin retardar su deterioro por causa de los microorganismos, procesos químicos y físicos. Estos productos son muy perecederos cuando se almacenan a temperaturas superiores a la congelación. En estos casos para lograr su conservación por largos períodos, deben almacenarse a temperaturas inferiores a la de congelación, dependiendo la misma del tiempo de almacenamiento a que se pretenden mantener, teniendo en cuenta que a temperaturas inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$  se detiene la actividad de los microorganismos, pero continúan produciéndose, aunque más lentamente, reacciones químicas, bioquímicas y pérdidas de peso, que disminuyen su calidad. Los productos animales congelados presentan menos cambios y con frecuencia no se diferencian de su estado fresco al ser de descongelados.

### **Influencia de la humedad**

En el almacenamiento refrigerado y congelado de alimentos es la humedad relativa del aire de los locales donde estos se almacenan un factor determinante en su conservación.

La humedad relativa del aire (HR) se expresa como la relación existente entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de saturación del vapor a una temperatura dada. La humedad relativa puede expresarse en forma de fracción, tomando valores de 0 a 1 o en tanto por ciento, de 0% a 100%.

La humedad relativa del aire en el interior de las cámaras de almacenamiento influye en el crecimiento de los microorganismos y en la desecación de los alimentos allí almacenados. Cuando la humedad relativa es alta se favorece el crecimiento de los microorganismos, sobre todo si las temperaturas de almacenamiento no son lo suficientemente bajas. Aunque el crecimiento de los microorganismos disminuye con la disminución en la humedad relativa, debemos tener en cuenta que mientras menor es la humedad relativa, mayores son las pérdidas de peso del alimento, ya que se favorece la evaporación del agua que estos contienen. La desecación de la superficie reduce la actividad de los microorganismos pero ocasiona pérdidas de peso y afecta el aspecto de muchos alimentos, como ocurre con los frutos que presentan una superficie arrugada y el pescado pierde su brillo y mucosidad superficial. Debe haber una relación entre la temperatura y la humedad de almacenamiento o sea, mientras más baja es la temperatura, puede utilizarse una humedad relativa más alta.

### **Circulación del aire**

Es importante mantener uniforme la temperatura dentro de las cámaras frigoríficas. Cuando existe circulación del aire en el interior de la cámara, se produce una transferencia de calor mayor y se logra que los alimentos se enfríen más rápidamente, además es más uniforme la distribución de la temperatura en la cámara.



Cuando en una cámara se almacenan frutas o vegetales es necesaria la renovación periódica del aire, debido a que estos productos continúan realizando sus funciones vitales y producen desprendimiento de sustancias volátiles como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), etileno y sustancias olorosas, que es necesario extraer de la cámara para evitar trastornos en los referidos productos. Generalmente la renovación del aire se realiza cada 8 horas. El aire fresco introducido debe dirigirse hacia los evaporadores para evitar la condensación de vapor de agua sobre la superficie fría de los productos almacenados.

## **Congelación de los alimentos**

La refrigeración de los alimentos, aunque se realice a temperaturas cercanas a la temperatura de congelación, solamente garantiza su conservación por corto tiempo. Si se quiere mantener comestibles los alimentos durante más tiempo es preciso utilizar la congelación.

La congelación de alimentos es una forma de conservación que se basa en la solidificación del agua contenida en éstos. Por ello uno de los factores a tener en cuenta en el proceso de congelación es el contenido de agua del producto. En función de la cantidad de agua se tiene el calor latente de congelación. El calor latente del agua es la cantidad de calor necesario para transformar 1 kg de líquido en hielo, sin cambio de temperatura. Otros factores son la temperatura inicial y final del producto pues son determinantes en la cantidad de calor que se debe extraer del producto. En alimentación se define la congelación como la aplicación intensa de frío capaz de detener los procesos bacteriológicos y enzimáticos que alteran los alimentos.

El agua que forma parte de los alimentos se encuentra formando una solución de sales, azúcares y proteínas solubles, además de un complejo de moléculas proteicas que están en suspensión coloidal, El agua cuando no contiene sustancias disueltas congela a  $0^\circ\text{C}$ , pero cuando forma parte de disoluciones se produce un descenso en la temperatura de congelación (descenso crioscópico) el cual es proporcional a la concentración de los elementos disueltos.

El aire frío que circula en una cámara o en un túnel, el líquido refrigerante en un congelador a placas o el líquido criogénico que se utiliza en la congelación por inmersión, son las sustancias encargadas de absorber el calor que cede el alimento en el proceso de congelación, por tanto debe ocurrir un flujo de calor desde el interior del alimento o bloque de alimentos hacia su superficie y de ésta hacia estas sustancias. El proceso de congelación ocurre en forma de frente desde la superficie hacia el interior del alimento.

Los alimentos más comunes congelan entre  $0$  y  $-4^\circ\text{C}$ . A esta zona se la conoce como zona de máxima formación de cristales y cuando la temperatura desciende entre  $-5^\circ\text{C}$  y  $-6^\circ\text{C}$  se ha congelado entre el 70% a 80% del agua que lo constituye. Al convertirse el agua en hielo, se incrementa de manera gradual la concentración de elementos

disueltos en el agua restante lo que origina un mayor descenso del punto de congelación.

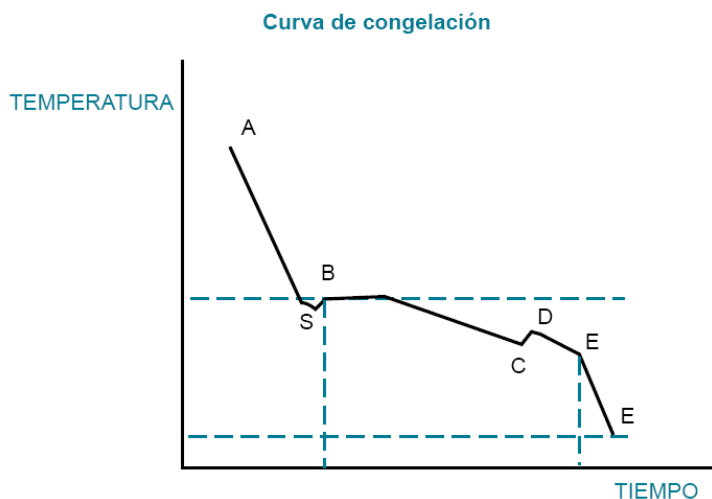
Para que la formación de cristales se produzca más fácilmente se necesita la existencia de alguna partícula o sal insoluble que actúe como núcleo de cristalización (nucleación). Cuanto menor es la temperatura, más fácilmente ocurre el fenómeno, formándose un mayor número de agregados cristalinos y, consecuentemente, el tamaño de los cristales es menor. Por el contrario a una temperatura próxima al punto de fusión, la nucleación es lenta, los núcleos cristalinos son pocos y, por tanto, resultan cristales relativamente grandes.

El proceso de congelación en los alimentos es más complejo que la congelación del agua pura. Los alimentos al contener otros solutos disueltos además de agua, presentan un comportamiento ante la congelación similar al de las soluciones. La evolución de la temperatura con el tiempo durante el proceso de congelación es denominada curva de congelación. La curva de congelación típica de una solución se muestra en la siguiente figura.

Cristalización del agua (temperatura crioscópica), este variará acorde al sistema de congelación utilizado (rápido o lento).

Si durante el proceso de congelación se mide la temperatura del centro térmico del alimento, se obtiene una curva similar a la mostrada en la Fig.4.2

**Fig. 4.2** Curva de congelación de un corte de carne



Esta curva posee las siguientes secciones:

**AS:** el alimento se enfría por debajo de su punto de congelación inferior a  $0^{\circ}\text{C}$ . En el punto S, al que corresponde una temperatura inferior al punto de congelación, el agua

permanece en estado líquido. Este subenfriamiento puede llegar a ser de hasta 10° C por debajo del punto de congelación.

**SB:** la temperatura aumenta rápidamente hasta alcanzar el punto de congelación, pues al formarse los cristales de hielo se libera el calor latente de congelación a una velocidad superior a la que este se extrae del alimento.

**BC:** el calor se elimina a la misma velocidad que en las fases anteriores, eliminándose el calor latente con la formación de hielo, permaneciendo la temperatura prácticamente constante. El incremento de la concentración de solutos en la fracción de agua no congelada provoca el descenso del punto de congelación, por lo que la temperatura disminuye ligeramente. En esta fase es en la que se forma la mayor parte del hielo.

**CD:** uno de los solutos alcanza la sobresaturación y cristaliza. La liberación del calor latente correspondiente provoca el aumento de la temperatura hasta la temperatura del soluto.

**DE:** la cristalización del agua y los solutos continúa.

**EF:** la temperatura de la mezcla de agua y hielo desciende.

En realidad la curva de congelación de los alimentos resulta algo diferente a la de las soluciones simples, siendo esa diferenciación más marcada en la medida en que la velocidad a la que se produce la congelación es mayor.

### **Factores que influyen en el proceso de congelación**

Al realizar la congelación influyen varios factores de los cuales depende en gran medida la calidad del producto congelado.

#### **Tiempo de congelación:**

Se refiere al tiempo necesario para que el producto llegue a la temperatura final, que no es más que el tiempo que tarda el producto para que en su centro térmico la temperatura descienda de 0°C hasta -5°C, que es el rango de temperaturas donde se congela la mayor parte del agua que contiene el producto. Si este tiempo es corto se ha logrado una alta velocidad de congelación y los beneficios que esto trae en la calidad y conservación del producto congelado.

En el tiempo de congelación influyen varios factores, como:

- ♣ La composición química del producto: contenido de agua, materia grasa, etc.
- ♣ Tamaño, espesor y geometría del producto.
- ♣ Coeficiente de transmisión del calor. Si el enfriamiento es por aire, la velocidad del aire; si es mediante una superficie enfriada, el coeficiente global de transmi-

sión del calor teniendo en cuenta la transmisión del calor desde el producto hacia el refrigerante.

- ♣ Si el producto está protegido por un envase y/o embalaje, los cuales constituyen resistencias a la transmisión del calor.

### **Velocidad de congelación**

Esta velocidad se define como la distancia mínima entre la superficie y el punto crítico dividida por el tiempo en el que el punto crítico ha pasado desde 0 °C a -15 °C. y se define:

- ♣ Lenta: < 1cm/h, por ejemplo un congelador doméstico con el aire inmóvil a -18°C
- ♣ Media: 1-5 cm/h, en un túnel de aire frío a 20 km/h y -40 °C
- ♣ Rápida: > 5 cm/h, en la inmersión en nitrógeno líquido.

La calidad de un producto congelado depende de la velocidad a la que éste se congela. . Al estudiar al microscopio las formas de los cristales de hielo se observa que la congelación rápida produce cristales pequeños más o menos redondeados mientras que la congelación lenta da lugar a cristales mayores, alargados o en agujas. Esta congelación lenta tiene como consecuencia la rotura de las fibras y paredes celulares perdiendo el alimento parte de sus propiedades. En alimentos sólidos de viscosidad elevada el tamaño de los cristales varía en una zona u otra del alimento. En las zonas periféricas los cristales se forman rápidamente y son de pequeño tamaño, mientras que en el interior la transferencia de calor es más difícil y los cristales crecen más lentamente alcanzando un mayor tamaño. Al ir reduciendo la temperatura se alcanza un punto en el que agua restante conjuntamente con los solutos que han ido concentrándose se solidifican juntos en un punto de saturación llamado punto eutéctico. Este punto es muchas veces inferior al que son capaces de alcanzar muchos congeladores comerciales, lo que permite que queden pequeñas cantidades de agua no congelada que permite sobrevivir a algunos microorganismos, aunque no es posible su crecimiento y reproducción.

### **Cambios en los alimentos debidos a la congelación**

Debido a la congelación pueden presentarse diversos cambios, entre los cuales se encuentran:

#### **Cambio de fase del agua de líquida a sólida**

El cambio principal que tiene lugar en los alimentos congelados es el cambio de fase del agua de líquida a sólida, lo que da lugar al incremento de la concentración de los componentes celulares solubles, los cuales pueden llegar a la saturación y precipitación. Cuando se trata de solutos capaces de reaccionar entre sí, la velocidad de reacción aumenta durante la congelación a partir de -5 °C y hasta unos -15 °C, por debajo de este punto la velocidad de reacción disminuye. Las reacciones que se ven más afectadas por éste fenómeno son las químicas, como la oxidación, hidrólisis, más que las en-

zimáticas. Consecuencias de este aumento de concentración y velocidad de reacción son:

- ♣ variaciones del pH
- ♣ variaciones de la fuerza iónica
- ♣ alteración en la presión osmótica
- ♣ variación de la presión de vapor
- ♣ alteración de coeficiente Redox
- ♣ alteración de la tensión superficial
- ♣ disminución del punto de congelación
- ♣ aumento de la viscosidad debido a los coloides

Durante el almacenamiento hay una tendencia de los pequeños cristales a unirse entre ellos formando otros de mayor tamaño. Esto se debe a que los pequeños cristales resultan más inestables que los grandes al poseer más energía en la superficie por unidad de masa. Este fenómeno es más acentuado si se almacena el producto a temperaturas cercanas a 0 °C. Cuanto más baja es la temperatura, menores son los efectos, considerándose casi despreciables por debajo de -60 °C.

### **Quemaduras por congelación**

Cualquier entrada de aire caliente al interior de la cámara de congelación da lugar a un gradiente de temperatura entre el aire frío interno y el caliente que penetra. Al calentarse el aire aumenta su capacidad de absorción de humedad. En una cámara de congelación, la única fuente de humedad disponible es el hielo contenido en los alimentos congelados. El aire caliente toma la humedad de los alimentos protegidos deficientemente, desecándolos. Luego, esta humedad es depositada al enfriarse el aire en las superficies frías del congelador. A la formación de hielo a partir de la humedad del aire, sin pasar por el estado líquido se llama sublimación. La quemadura por frío es una gran desecación superficial en un alimento congelado, producido por la deshidratación anterior. Aparece en la superficie del tejido como manchas de color oscuro al ir concentrándose y oxidándose los pigmentos de las capas más superficiales. También aparecen zonas blanco-grisáceas debidas a los huecos dejados por el hielo después de su sublimación. Si el fenómeno se mantiene durante suficiente tiempo, las capas superficiales se van esponjando y empiezan a deshidratarse las inferiores. Si la quemadura es pequeña, el fenómeno es reversible por exposición a la humedad y rehidratación. Esto se comprueba sometiendo a cocción una zona ligeramente quemada. Si la quemadura ha sido por el contrario más profunda, se han producido oxidaciones, cambios químicos que ya no son reversibles. Es importante, pues, la utilización de un embalaje adecuado capaz de reducir entre 4 y 20 veces ésta pérdida de agua. La quemadura por frío causa una merma importante en el producto y una pérdida de valor del mismo porque se disminuye su calidad organoléptica.

### **Desnaturalización proteica**

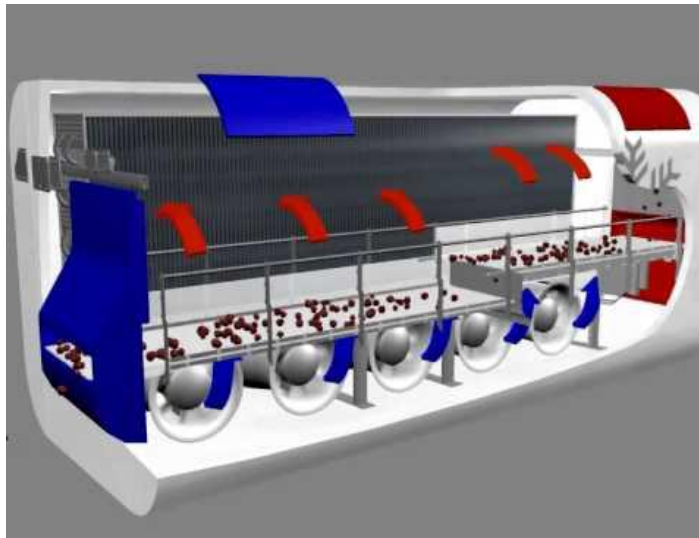
Cuando el producto se ha congelado lentamente o cuando ha habido fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento, los cristales de hielo que se forman crecen extrayendo agua ligada a las proteínas, de tal forma que estas se desorganizan siendo luego incapaces de recuperar dicha agua durante la descongelación, de manera que esta agua al perderse arrastra los nutrientes hidrosolubles. Este proceso cambia la textura del alimento, produciendo un endurecimiento e incluso disminuyendo su solubilidad y valor nutritivo.

### **Equipos de refrigeración y congelación.**

**Fig. 4.3:** Congelador a placas.



**Fig. 4.4:** Túnel de enfriamiento.



## **Capacidad de refrigeración**

Cuando se almacenan los alimentos en una cámara frigorífica se debe tener en cuenta:

- ♣ Según las características del sistema de refrigeración éste será capaz de extraer una cantidad de calor determinada, conocida como capacidad de refrigeración disponible ( $Q_D$ ). Además según su diseño será capaz de enfriar al alimento hasta un valor de temperatura también determinado en su diseño.
- ♣ Dependiendo de:
  - ✓ La cantidad de calor que debe extraerse al producto que se almacena.
  - ✓ La cantidad de calor que se transfiere desde el exterior hacia el interior de la cámara.
  - ✓ El calor que se disipa por las lámparas que se encienden y los motores que funcionan en su interior en un tiempo determinado.
  - ✓ Las personas que entran a la cámara para introducir nuevos productos o extraer los ya existentes.
  - ✓ El aire que penetra en la cámara cuando se realiza su apertura.
  - ✓ En el caso de frutas y vegetales además el calor de respiración y la ventilación necesaria.

En la cámara se genera una cantidad de calor denominada capacidad de refrigeración requerida ( $Q_R$ ).

El sistema de refrigeración debe ser capaz de eliminar esta cantidad de calor para que el producto almacenado mantenga la temperatura de almacenamiento deseada, por tanto debe cumplirse que la capacidad de refrigeración disponible sea mayor o como límite igual a la capacidad de refrigeración requerida,  $Q_D \geq Q_R$ .

En la capacidad de refrigeración requerida intervienen varios calores que se disipan en la cámara:

- ♣ Calor que debe ceder el alimento para variar su temperatura desde el valor inicial hasta la temperatura que alcanza al final del proceso, incluyendo el calor que cede durante la congelación, en los casos que esto suceda.
- ♣ Calor debido a las personas que entran a la cámara.
- ♣ Calor debido a las lámparas y motores que funcionan en el interior de la cámara.
- ♣ Calor que se transfiere a través de las paredes de la cámara desde el exterior.
- ♣ Calor que penetra a la cámara por penetración de aire caliente desde el exterior cuando se abren las puertas o cuando se hacen tiros de aire, en el caso de cámaras donde se almacenan frutas y vegetales.

## Capítulo 5: Deshidratar para conservar

Desde tiempos remotos el hombre ha utilizado la exposición al sol de los alimentos para conservarlos, ejemplos de esto lo encontramos en las uvas, ciruelas pasas, dátiles, higos y granos. La eliminación de gran parte del agua contenida en un alimento le proporciona protección frente a la principal causa de su descomposición, los microorganismos, además no es posible la actividad enzimática y la mayoría de las reacciones químicas se producen más lentamente.

Los alimentos secados de esta forma mantienen una humedad, al final del proceso, no es menor del 15%, este contenido de humedad no permite la conservación de la mayor parte de los alimentos por un tiempo prolongado. Además los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación por los microorganismos presentes en el medio, por el polvo y al ataque de los insectos y roedores, entre otros factores.

Por las razones expuestas la mayor parte de los alimentos que se secan para su conservación se procesan en equipos especializados para este fin, de manera que la operación pueda controlarse eficientemente y lograrse humedades bajas en el producto final que oscilan de 1% al 5%, según el producto.

Los procesos donde se elimina casi completamente el agua del alimento se denominan procesos de deshidratación. Estos procesos permiten mantener la estabilidad de los alimentos a temperatura ambiente por un tiempo prolongado, dependiendo fundamentalmente de las condiciones de envasado y almacenamiento. Los productos deshidratados si se exponen al medio ambiente absorben humedad, por esta razón deben envasarse de forma hermética en envases de materiales con baja permeabilidad a la humedad y almacenarse en locales secos y frescos.

En la eliminación del agua contenida en un alimento húmedo generalmente intervienen dos procesos:

- a) Transferencia de calor desde una fuente caliente hacia el alimento, que aporta el calor necesario para elevar la temperatura del agua hasta la temperatura de vaporización y el calor necesario para la transformación del agua en vapor.
- b) Transferencia del vapor de agua a través del alimento hasta alcanzar su superficie y de aquí hacia afuera del alimento.

La velocidad con que se deshidrata un alimento y la calidad del producto obtenido mediante la deshidratación depende de diversos parámetros como son: grado de subdivisión del producto y su temperatura, condiciones del medio que rodea al alimento como humedad, temperatura y circulación de los fluidos que componen la atmósfera.

El producto obtenido por deshidratación al rehidratarse debe mantener sus características sensoriales y nutricionales lo más parecidas a las del alimento fresco, lo cual está determinado por las condiciones existentes durante el proceso, que generalmente resultados resulta ser costoso si se quieren lograr buenos resultados.



Aunque la deshidratación se utiliza como método para la conservación de alimentos, no es éste su único objetivo. Cuando se elimina agua a un alimento su masa y volumen disminuyen, por lo que se requiere menor espacio para su almacenamiento y transportación, reduciéndose los costos por estos conceptos.

## **Métodos empleados en la deshidratación de alimentos**

Para que ocurra la deshidratación de un alimento es necesario que el agua que contiene en su interior se desplace a través del mismo hacia la superficie, donde se libera al medio en forma de vapor (proceso de transferencia de masa) y para lograrlo se requiere de un proceso de transferencia de calor entre un foco caliente y el alimento. Este objetivo puede lograrse de diversas formas entre las que se encuentran las que se relacionan a continuación:

- ♣ El alimento recibe calor de una superficie que se calienta interiormente mediante el suministro de vapor de agua.

La superficie puede ser la de un tambor rotatorio que mantiene su superficie caliente por la acción del vapor de agua que se suministra a su interior y el cual cede calor al condensarse.

Se emplea este método para la obtención de harina lacteada y sopas entre otros alimentos.

- ♣ El alimento recibe calor de una corriente de aire caliente y seco<sup>8</sup>. El aire, además de suministrar el calor necesario para la evaporación del agua contenida en el alimento, arrastra consigo la humedad removida de éste.
- ♣ El alimento primeramente se congela y posteriormente se introduce en una cámara sometida a baja presión, lográndose la sublimación del hielo. Este método se conoce como liofilización, deshidratación congelante o crío desecación.

## **Secado con aire caliente**

Es el método más utilizado y por esta razón profundizaremos en su estudio. Debemos tener en cuenta que:

- a) Al deshidratar un alimento con aire caliente debemos tener en cuenta que la mayoría de ellos son sensibles a las altas temperaturas, o sea, sus características sensoriales y nutricionales pueden afectarse.
- b) El tiempo que demora en alcanzarse la humedad final deseada para garantizar la conservación del alimento depende de la velocidad con que transcurre el proceso de deshidratación

---

<sup>8</sup> Aire seco: se denomina así al aire con muy bajo contenido de humedad.

- c) Las características que presenta el alimento deshidratado dependen de cómo se realizó el proceso de deshidratación.

## Humedad de equilibrio

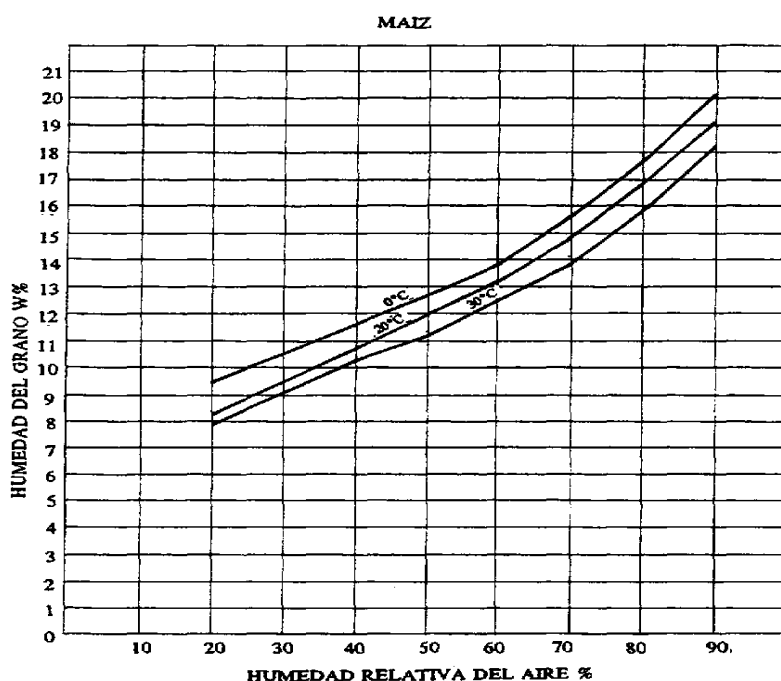
La humedad contenida en un alimento sólido húmedo o en un alimento líquido, que se pone en contacto en una corriente de aire, ejerce una presión de vapor determinada que depende de la humedad relativa del aire, de la naturaleza del sólido y de la naturaleza de la humedad.

La presión de vapor en la corriente de aire puede ser mayor o menor que la ejercida por la humedad del alimento, de lo cual depende que éste absorba humedad de la corriente de aire o pierda parte de su humedad.

Cuando las presiones de vapor de la humedad contenida en el alimento y de la corriente de aire se igualan, la humedad contenida en el alimento permanece constante y se le denomina humedad de equilibrio.

Cuando se deshidrata un alimento utilizando aire, la humedad final que alcanza es la humedad de equilibrio que le corresponde para la humedad relativa de la corriente de aire. Es por esta razón que el aire empleado en los procesos de deshidratación debe acondicionarse para su uso, de manera que su humedad relativa sea baja y garantice una humedad en el alimento al final del proceso que se encuentre dentro de los parámetros establecidos para los alimentos deshidratados.

**Fig. 5.1:** Curva de humedad de equilibrio del maíz.



## **Factores que afectan el proceso de deshidratación con aire caliente**

Existen varios factores que afectan el proceso de deshidratación con aire caliente y que se tratan a continuación:

### **Superficie expuesta al aire**

La subdivisión del alimento proporciona una mayor superficie expuesta al aire, que es el medio de calentamiento, y más superficie disponible para que la humedad pueda escapar al exterior, además cuanto más pequeñas son las partículas del alimento, menor es el recorrido que tiene que recorrer el agua para llegar a su superficie, todo esto acelera el proceso de deshidratación. En el caso de los alimentos sólidos esto se logra cortándolos en pedazos o triturándolos; en el caso de alimentos líquidos se logra mediante la atomización<sup>9</sup>.

### **Temperatura**

La transferencia de calor entre dos cuerpos aumenta en la medida que aumenta la diferencia de temperatura entre ellos. Por tanto podemos concluir que en la medida que la diferencia de temperatura entre el aire y el alimento es mayor, se logran mayores velocidades en la deshidratación. Sin embargo debemos tener en cuenta que los alimentos son altamente sensibles al calor y que las posibles afectaciones están relacionadas con el tiempo de exposición a las altas temperaturas.

Por otra parte el aire tiene mayor capacidad para absorber humedad en la medida que se encuentra más caliente<sup>10</sup>.

### **Velocidad y humedad del aire**

Debemos tener en cuenta que el aire además de aportar el calor necesario para lograr la evaporación del agua es el encargado de arrastrar consigo el vapor de agua removido al alimento.

Para que la velocidad con que el vapor de agua es removido de la superficie del alimento sea adecuada, la atmósfera que lo rodea debe estar lo más alejada posible de su saturación. Si el aire utilizado en el proceso de deshidratación circula a velocidades bajas la humedad extraída al alimento se estancará sobre su superficie saturándose la atmósfera y al no tener ésta capacidad para absorber más humedad el proceso ocurrirá muy lentamente.

Si el aire utilizado no se calienta previamente no puede aportar suficiente el calor necesario para lograr la deshidratación del alimento en un corto tiempo.

---

<sup>9</sup> Por efectos del cambio de velocidad y presión en el líquido, éste se subdivide en gotas muy pequeñas.

<sup>10</sup> El aire absorbe humedad hasta saturarse y cuanto más caliente está más demora en saturarse.

Por esta razón el aire debe circular con una velocidad y temperatura adecuadas de manera que el alimento reciba el calor necesario para que el agua presente en el mismo eleve su temperatura hasta su saturación y se convierta en vapor, que a su vez se moverá hacia la superficie con una velocidad que dependerá de la velocidad con que el vapor que ya la alcanzó sea arrastrado por el aire.

### **Otros factores**

Al deshidratar un alimento también se deben tener en cuenta otros factores que dependen del alimento, como son, su estado de agregación (sólido o líquido) y su naturaleza (composición química y estructura).

Los líquidos, como por ejemplo la leche fluida, pierden humedad mucho más fácilmente que los sólidos, como carne, pescado o frutas, donde gran parte de la humedad se encuentra ligada a su estructura sólida.

La composición química y estructura varían de un alimento a otro, por ejemplo frutas como el mango y la guayaba tienen alto contenido de humedad, mientras que el café, el cacao y el coco lo presentan mucho más bajo.

Si la humedad que se desea eliminar es humedad ligada<sup>11</sup> la velocidad del proceso de deshidratación es menor que cuando se elimina la humedad no ligada o libre<sup>12</sup>

## **Como ocurre el proceso de deshidratación de un alimento utilizando aire caliente.**

El proceso de deshidratación de alimentos es complejo y diferente de un alimento a otro. Para estudiar este proceso se determina el contenido de agua del producto en estudio a medida que transcurre el tiempo.

La pérdida de agua en un alimento durante el proceso de deshidratación o secado, no ocurre a una velocidad constante hasta el fin del proceso.

Lo que generalmente ocurre es inicialmente el alimento está muy húmedo y en la medida que se evapora el agua de su superficie, la que se encuentra en su interior se mueve hacia la superficie, de manera que ésta se mantiene húmeda y es posible evaporar la misma cantidad de agua por unidad de tiempo o sea la velocidad de este proceso se mantiene constante.

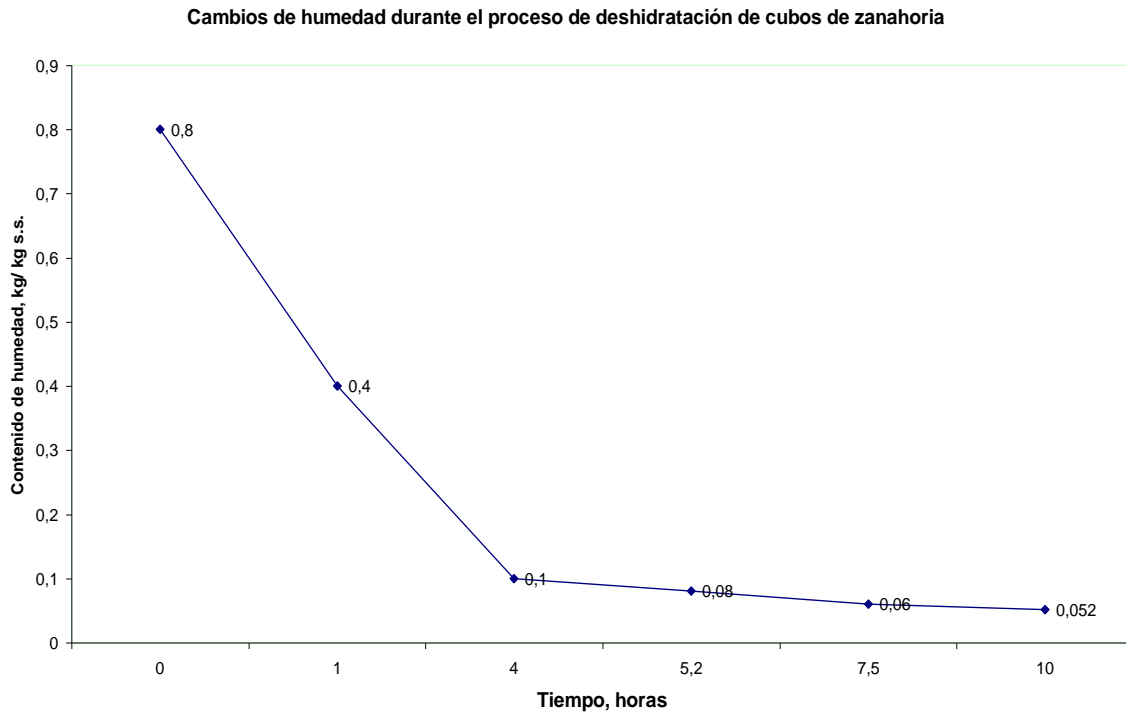
En la medida que transcurre este proceso la superficie del alimento se va tornando seca ya que el contenido de agua del interior del alimento ha disminuido lo suficiente y no es posible lograr que la cantidad de agua eliminada de la superficie sea reemplaza-

---

<sup>11</sup> Agua retenida o ligada por fuerzas químicas y físicas a los componentes sólidos del alimento. Se encuentra en forma de coloide, disolución o formando parte de su estructura celular.

<sup>12</sup> Agua que contiene el alimento y que puede evaporarse dependiendo de la humedad contenida en el aire.

da por la humedad que se mueve hacia ella desde su interior. Además en la medida que se seca el alimento se acerca más a la humedad de equilibrio y la capa más seca que se forma en la superficie constituye una barrera a la transmisión del calor.



En la figura puede apreciarse que la mayor cantidad de agua alrededor del (90% del contenido de humedad inicial) fue eliminada durante las primeras cuatro horas. Durante este período la velocidad con que se extrae la humedad es constante. La mayor parte del resto de la humedad (una cantidad menor al 10%) requirió de un tiempo similar para eliminarlo. En este período la velocidad del proceso disminuye en la medida que éste avanza. Debemos tener en cuenta que se da por finalizado el proceso cuando el alimento alcanza la humedad de equilibrio correspondiente al medio ambiente donde se encuentra.

### **Características del producto obtenido según las condiciones bajo las cuales se realiza la deshidratación.**

Las condiciones del aire empleado durante el proceso de deshidratación o secado de un alimento (temperatura, humedad, velocidad) y características del alimento como su grado de subdivisión, influyen en la velocidad del proceso.

Cuando la deshidratación es lenta la contracción del sólido obtenido es mayor.

Si inicialmente el proceso de secado ocurre rápidamente, se forma una capa seca y rígida en su superficie del sólido que fija su volumen final. Estos productos que conser-

van su forma inicial y se rehidratan con facilidad, pero son más sensibles a alteraciones oxidativas.

Hay alimentos que al exponerse al calor se funden o se ablandan lo que ocasiona que se peguen entre sí o a las paredes del secadero.

Pueden también ocurrir reacciones de pardeamiento no enzimático, el cual provoca cambios en el color, sabor y valor nutritivo del alimento. En estos casos se recomienda garantizar las condiciones y equipos que garanticen un proceso de secado rápido.

## **Liofilización, deshidratación congelante o crío desecación.**

Constituye una técnica de deshidratación que proporciona un producto de alta calidad que mantiene las características sensoriales y nutricionales del alimento muy similares a las del producto fresco cuando se rehidrata, pero que resulta costosa.

Para comprender como ocurre este proceso debemos revisar el diagrama de presión en función de la temperatura para el agua:

En este diagrama se representan las curvas de equilibrio entre las fases sólido-líquido, líquido-vapor y sólido-vapor. Puede apreciarse que a presiones inferiores a la correspondiente al punto triple (punto en el cual se encuentran en equilibrio las tres fases, cuya presión es  $0,00624 \text{ kg/cm}^2$  y temperatura  $0,01^\circ\text{C}$ ), se puede lograr que el agua en fase sólida al calentarse pase a la fase vapor, sin apreciarse su paso por la fase líquida, lo cual permite que un alimento congelado sometido a bajas presiones (inferiores a la presión correspondiente al punto triple), pierda humedad con solo calentarlo ligeramente, lográndose así la deshidratación del mismo.

Para realizar la liofilización se requiere realizar diversos pasos que se explican a continuación.

- ♣ El producto se congela completamente a una temperatura muy baja.
- ♣ El producto se coloca en una cámara bajo presión reducida, y se calienta de manera que se logre la sublimación del hielo.
- ♣ Después que todo el hielo se ha sublimado, el sólido obtenido aún contiene cierta cantidad de humedad que es removida realizando un calentamiento del mismo a temperaturas entre  $20$  y  $60^\circ\text{C}$ , en una atmósfera de alto vacío. El tiempo de duración de este calentamiento depende de la humedad final que se debe alcanzar en el producto con el fin de mantener su estabilidad por un tiempo dado.

Los productos deshidratados mediante esta técnica mantienen su forma y textura, pero asumen una estructura ligera y porosa.

Como durante la liofilización los productos no están expuestos a altas temperaturas, mantienen sus características sensoriales y nutricionales prácticamente intactas o sea similares a los productos frescos.

La deshidratación mediante liofilización resulta costosa y esto limita su utilización.

## **Almacenamiento de productos deshidratados.**

Para la deshidratación de los alimentos se crean condiciones que permiten obtenerlos con un bajo contenido de humedad (baja actividad del agua), lo que evita el desarrollo de microorganismos. Pero si no se almacenan en condiciones adecuadas se rehidratan favoreciéndose su descomposición. Por esta razón los productos deshidratados deben envasarse inmediatamente en envases de materiales poco permeables a la humedad como son el polietileno de baja densidad, polipropileno y aluminio, los cuales además los protegen de insectos, roedores y de la oxidación. Deben almacenarse en locales secos y donde la temperatura se mantenga no mayor a 25°C.

### **Ejercicios propuestos**

1. Explique la influencia que tiene la deshidratación sobre la conservación de alimentos.
2. En el proceso de deshidratación con aire caliente, ¿cómo influyen la temperatura, la humedad y el volumen del aire empleado en el proceso?
3. Considerando que tiene disponibles los recursos necesarios, si como técnico tuviera que realizar la deshidratación de jugo de naranja, ¿qué método emplearía, una corriente de aire caliente o la liofilización? Argumente su respuesta.
4. Para obtener leche en polvo se utilizan secadores atomizadores los que garantiza que la leche en pequeñas gotas se esparza dentro de una cámara donde circula el aire caliente. ¿Cómo influye esta forma de realizarse la deshidratación en el tiempo que tarda el proceso y en la calidad del producto obtenido?
5. El aire utilizado en un proceso de deshidratación debe ser tratado previamente con el objetivo de calentarlo y deshumidificarlo. Analice cómo influye en el proceso estas características del aire.
6. Un aspecto importante en la conservación de los productos deshidratados es su almacenamiento. Diga cómo debe realizarse el mismo, argumentando su respuesta.
7. ¿Cómo se afecta la velocidad de un proceso de secado de un vegetal cuando ocurren los siguientes cambios en las condiciones del aire utilizado en el proceso?
  - a) La humedad relativa del aire es mayor.
  - b) La temperatura del aire es mayor.
  - c) El aire circula a mayor velocidad.

## Capítulo 6: Envases para alimentos

El envasado constituye un método de conservación de los alimentos. Aunque el producto se elabore meticulosamente empleándose el método de conservación apropiado, si no se envasa en el envase adecuado siguiendo las normas del envasado, su durabilidad se verá afectada.

La técnica del envasado se remonta al 1809 cuando Nicholas Appert, con su invento de conservar alimentos mediante el método conocido como enlatado, alcanzó gran aceptación y uso comercial gracias a la invención de la lata. Originalmente el procedimiento consistía en cocinar la comida en cazuelas abiertas y posteriormente se introducía en frascos de cristal que se sellaban con corchos sujetos con alambre, los que posteriormente se calentaban sumergiéndolos en agua hirviendo. Un año más tarde Peter Durand patentó la lata para utilizarse con igual fin, resultando ésta mucho más práctica que los frascos de vidrio por ser irrompible y por tanto más duradera.

Actualmente se utiliza una gran variedad de materiales y formas en los envases utilizados para alimentos.

Los envases suelen clasificarse en:

**Primarios:** Son los que se ponen en contacto directo con el alimento, como, una lata, una bolsa, un pomo.

**Secundarios:** Corresponde a cajas o envolturas que contienen a los envases primarios.

**Terciarios:** Corresponde a los embalajes

El envase primario protege al alimento contra los factores que pueden descomponerlo, por esta razón deben reunir un conjunto de requerimientos y funciones de empaque, que son:

- 1) Ausencia de toxicidad y compatibilidad con el alimento.
- 2) Protección sanitaria.
- 3) Protección contra pérdidas o asimilación de humedad y grasa.
- 4) Protección contra pérdidas o asimilación de gases y olores.
- 5) Protección contra la luz
- 6) Resistencia a los impactos
- 7) Transparencia
- 8) Inviolabilidad
- 9) Facilidad de apertura
- 10) Medio de verter



- 11) Medio de volver a cerrar
- 12) Facilidad de desecho
- 13) Limitaciones de tamaño, forma y peso
- 14) Apariencia, facilidad para ser impreso
- 15) Bajo costo
- 16) Características especiales

### **Ausencia de toxicidad y compatibilidad con el alimento**

Los envases primarios deben confeccionarse con materiales que no sean tóxicos y que sean compatibles con el alimento, de manera que no ocurran reacciones químicas entre el material del envase y el alimento evitándose cambios en su color, sabor o composición.

### **Protección sanitaria**

Se refiere a la protección contra la penetración de microorganismos, la suciedad, los insectos y roedores.

### **Protección contra pérdidas o asimilación de humedad y grasa**

En lo referente a la humedad tenemos que en los alimentos deshidratados el envase debe garantizar que no se produzca penetración de la humedad o que la penetración producida se encuentre entre determinados límites que garanticen la durabilidad del producto en el tiempo establecido. En el caso de alimentos húmedos debe garantizar que los mismos no pierdan humedad o esta pérdida sea mínima de manera que no se resequen. Para lograrlo el material del envase debe poseer poca permeabilidad a la humedad.

En cuanto a la grasa se refiere a que los alimentos grasos no migren a través de las paredes del envase, para lo cual el material empleado en su fabricación debe poseer poca permeabilidad a las grasas.

### **Protección contra pérdidas o asimilación de gas y olor**

De forma similar a la humedad funciona la protección relacionada con gases y olores. Los olores deseables como el aroma del café o de la esencia de vainilla deben conservarse, mientras que los olores extraños, el oxígeno en aquellos alimentos cuya estabilidad se ve afectada por su presencia y el dióxido de carbono en algunas masas productoras de gases, deben ser excluidos.

### **Protección contra la luz y transparencia**

Muchos alimentos se afectan al exponerse a la luz. Es por esto que a pesar de que es deseable la transparencia del envase, ya que permite que el comprador vea el alimento que está comprando, en los casos de alimentos sensibles a la luz enva-

sados en envases transparentes, debe tenerse en cuenta su durabilidad bajo estas condiciones. Una forma de lograr envases transparentes y con protección contra la luz son los envases de vidrio coloreados utilizados en cervezas y jugos.

### **Resistencia a los impactos**

Cuando un envase primario se rompe su contenido se contamina con los microorganismos presentes en el medio ambiente, si es un envase secundario el que se rompe se verían afectados los envases que contiene y estos también pueden dañarse. Esta es una razón por la cual los materiales de que se construyen los envases deben ser resistentes a los impactos. Además esta resistencia también debe tenerse en cuenta en el caso de alimentos como galletas, bombones, etc., que pueden quebrantarse si el envase no es capaz de resistir los impactos.

### **Inviolabilidad**

Este aspecto está relacionado con el tipo de cierre utilizado, éste debe garantizar que el envase sea inviolable, esto es que no pueda ser abierto y vuelto a cerrar sin que el consumidor pueda detectarlo. Esto garantiza que el alimento no se contamine porque personas irresponsables lo abran, prueben su contenido y vuelvan a cerrarlo, cosa que sucedió en el pasado cuando los cierres no garantizaban la inviolabilidad del envase.

### **Facilidad de apertura**

Este aspecto está relacionado con la facilidad de abrir el cierre del envase, ejemplos son las latas donde se envasan refrescos y cervezas. Debe buscarse un equilibrio entre la fuerza mínima para facilidad de la apertura del cierre y la protección contra el estallido que pueda ocurrir provocado por la presión interna del dióxido de carbono en el caso de las bebidas gaseadas.

### **Medio de verter y volver a cerrar**

Esto es importante tanto en envases que contienen alimentos líquidos así como los que contienen sólidos tales como cereales, azúcar, sal, etc. El tamaño de la apertura está determinada por la facilidad con que fluyen estos materiales.

Modernamente se ha logrado fabricar envases que luego de ser abiertos es posible volver a cerrarlos con garantía de que el producto mantenga sus cualidades, un ejemplo lo constituyen bolsas de plástico con alambre cubierto de papel o plástico que permite abrir y cerrar la bolsa repetidas veces.

### **Facilidad de desecho**

Se facilita el desecho cuando el envase puede quemarse, pero la quema no debe contaminar el aire con gases tóxicos o nocivos. Los envases de metal pueden aplastarse fácilmente y los de vidrio triturarse.

## **Limitaciones de tamaño, forma, peso, apariencia, facilidad para ser impreso y costo**

El tamaño y la forma está determinados por factores relacionados con la venta, por ejemplo, los envases cuadrados ahorran espacio en comparación con los redondos, que además frecuentemente su fabricación es menos costosa; mientras que el peso se relaciona con lo económico, generalmente los envases menos pesados resultan ser menos costosos.

## **Características especiales**

Además de las características arriba especificadas, pueden existir otras que introducen una función novedosa.

## **Tipos de envases**

Son muchos los materiales utilizados para fabricar los envases para alimentos, los cuales podemos clasificar de la siguiente forma:

- ♣ Envases de vidrio.
- ♣ Envases metálicos (hojalata, aluminio y sus aleaciones).
- ♣ Envases plásticos (pomos y bolsas).
- ♣ Envases de papel y cartón (bolsas y cajas).
- ♣ Envases de madera

## **Envases de vidrio**

El vidrio se fabrica a partir de una mezcla de silicatos y resulta ser inerte químicamente. Los problemas de corrosión y reactividad que se presentan en este tipo de envases se deben fundamentalmente a las tapas metálicas. El vidrio es un material muy susceptible al quebrantamiento causado por la presión interna, choque térmico e impactos.

Partes de los envases de vidrio

Los envases de vidrio constan de tres partes fundamentales que son: acabado, cuerpo y fondo.

El acabado, que equivale a la boca, es la parte del envase que sujeta la tapa. Pueden encontrarse diversos tipos de acabados, los cuales son específicos para cada estilo de cierre del envase, dando lugar a una variedad de envases de vidrio.

El cuerpo es la parte del envase que se encuentra entre el acabado y el fondo. Los hombros constituyen la parte del cuerpo que une a éste con el acabado.

Entre el acabado y el cuerpo se encuentra el cuello, que puede ser corto o largo.

El fondo es la parte inferior del envase.

#### Tipos de envases de vidrio

Atendiendo a su forma y tamaño o capacidad los envases de vidrio se clasifican en:

- ♣ Pomo, pote o bote: Envase de boca ancha con cuello corto o sin cuello. Su capacidad es de  $150\text{ cm}^3$  o más. Son templos los envases utilizados en conservas de frutas y vegetales.
- ♣ Botella: Presentan boca estrecha y cuello largo, hombros suaves. Se utilizan en el envasado de refrescos, maltas y bebidas alcohólicas.
- ♣ Frasco: Tienen características similares a las de las botellas, pero el cuello puede ser corto. Su capacidad es menor a  $150\text{ cm}^3$ .

Los envases de vidrio presentan características como:

- ♣ Son inertes químicamente, por tanto son compatibles con cualquier tipo de alimento.
- ♣ Constituyen barrera a la humedad, los gases y las grasas, siempre que estén cerrados herméticamente.
- ♣ Si su cierre es hermético no permiten la contaminación con microorganismos, sin embargo las tapas pueden causar contaminación si son metálicas y reaccionan químicamente con el alimento. Para evitar esto las tapas internamente se protegen con lacas que evitan su contacto con el alimento.
- ♣ Si el alimento requiere de protección contra la luz, deben ser de color oscuro (ámbar, verde).
- ♣ Pueden reciclarse lo que hace más rentable su aplicación.
- ♣ Su resistencia mecánica y su termorresistencia dependen de la composición y espesor del vidrio utilizado en su conformación.

Para una mejor manipulación y evitar el riesgo de roturas, los envases de vidrio se refuerzan en los extremos del cuerpo y en el fondo del envase, mediante vidrio más grueso. Esto también facilita la colocación de la etiqueta y una transportación mejor del envase.

El vidrio constituye el mejor material para utilizar como envase ya que es el más inocuo y no se deteriora fácilmente con el tiempo, o sea, es el de mayor durabilidad.

**Fig. 6.1:** Envases de vidrio.



## **Envases metálicos**

Los envases metálicos son el tipo de envase más utilizado en las industrias que se dedican a la fabricación de conservas esterilizadas.

Los metales utilizados en la fabricación de envases metálicos son la hojalata, el aluminio y sus aleaciones.

La hojalata está constituida por una lámina de acero recubierta de estaño. El espesor del recubrimiento de estaño es variable, dependiendo de las características del alimento para el que se destina, no obstante cuando el alimento es muy ácido, para evitar la reacción química con éste, a la hojalata se le realiza el laqueado, que no es más que recubirla con lacas y barnices que la separan del alimento. El laqueado se realiza generalmente en la zona que corresponde al interior de la lata, pero si se quiere evitar la oxidación externa también puede realizarse en la parte exterior de ella. Es importante evitar la interacción envase-alimento ya que la misma resulta perjudicial porque se afecta el producto y se deteriora el envase. Las lacas utilizadas en el recubrimiento de los envases metálicos se fabrican con diferentes especificaciones, dependiendo del tipo de alimento que será envasado.

Los envases metálicos se fabrican de diversos tamaños y formas

Otras características de este tipo de envases son:

- ♣ Son resistentes a los impactos y al fuego.
- ♣ Presentan barrera a los microorganismos, la humedad, las grasas y los gases.

**Fig.6.2: Envases de metálicos.**



## **Envases plásticos**

A nivel mundial existe una tendencia marcada para la utilización de los envases plásticos, debido a la diversidad de materiales y combinaciones de los mismos, que permiten obtener una gran variedad de propiedades de los mismos.

Los envases plásticos pueden ser rígidos, como los utilizados en las botellas utilizadas para vinagre, refrescos, mayonesa, potes para helados, bandejas para alimentos preparados, etc. y flexibles con los cuales se conforman bolsas de diferentes tamaños.

Existen numerosas familias de polímeros, de las que en la Tabla 1 se muestran algunos de los principales, mostrando además su número identificativo:

<b>Nombre</b>	<b>Abreviatura (opcional)</b>	<b>Número de identificación</b>
<b>Polietilentereftalato</b>	<b>PET</b>	<b>1</b>
<b>Polietileno de alta densidad</b>	<b>PEAD o HDPE</b>	<b>2</b>
<b>Policloruro de vinilo</b>	<b>PVC</b>	<b>3</b>
<b>Polietileno de baja densidad</b>	<b>PEBD o LDPE</b>	<b>4</b>
<b>Polipropileno</b>	<b>PP</b>	<b>5</b>
<b>Poliestireno</b>	<b>PS</b>	<b>6</b>
<b>Otros</b>	<b>Otros</b>	<b>7</b>

Los plásticos rígidos se caracterizan por una alta rigidez y alta resistencia a la deformación. Ellos tienen altos módulos ( $70.000-350.000 \text{ N cm}^{-2}$ ) y resistencias a la tracción de moderadas a elevadas ( $3000 \text{ a } 8500 \text{ N cm}^{-2}$ ), pero más significativamente, se someten a muy pequeñas elongaciones ( $<0,5-3\%$ ) antes de romperse. Los polímeros de esta categoría son polímeros amorfos con cadenas muy rígidas.

- ♣ Los envases PET.
- ♣ Plásticos rígidos
- ♣ El polietileno Tereftalato (PET), es el material que mejor evolución está teniendo a nivel mundial. Debido a que es un polímero con grandes ventajas frente a otros plásticos utilizados para envases y embalajes.

En la actualidad los envases PET han experimentado un aumento considerable en su consumo, siendo el material de envase que actualmente presenta mayores expectativas de crecimiento a nivel global para el envasado de productos alimenticios, bebidas, cosméticos, productos industriales compatibles con el PET y productos farmacéuticos.

Mucha importancia se le ha prestado al PET dentro de la temática de los envases y embalajes ya que se ha convertido en el material elegido por las bondades que presenta. El inagotable límite de sus posibilidades tecnológicas han hecho posible que este polímero vaya apropiándose poco a poco del mercado de envases competidores como el vidrio y el aluminio.

Los materiales plásticos flexibles que se utilizan en el envasado de alimentos son: el polietileno de baja y alta densidad, el polipropileno y el policloruro de vinilo, el poliéster y las poliamidas.

### **Polietileno de baja densidad**

El polietileno de baja densidad presenta las siguientes características:

- ♣ Bajo costo.
- ♣ Constituye una buena barrera a la humedad.
- ♣ Tiene buena transmisión de gases, esta característica permite que sea utilizado para conformar bolsas para envasar productos frescos como frutas y vegetales, ya que permite la salida del dióxido de carbono producido durante el proceso respiratorio de los mismos y la entrada de oxígeno, lo cual prolonga la durabilidad de estos productos.
- ♣ Resistente a la congelación, lo cual lo hace útil para envasar productos cárnicos y de pescado.
- ♣ Poco resistente al calor. Esta característica permite que sea fácil de sellar y se utilice combinado con otros materiales que presentan dificultad para sellar las bolsas conformadas con ellos.
- ♣ Resistente a los impactos.

### **Polipropileno**

El polipropileno es un material más caro que el polietileno y dentro de sus características encontramos:

- ♣ Presenta buena barrera a la humedad, los gases y las grasas,
- ♣ Resistente a los impactos.
- ♣ Poco resistente a la congelación.
- ♣ Resiste temperaturas de hasta 120°C.

### **Poliamida (Nylon)**

En la industria de alimentos se aprecia por su fortaleza y características que presenta a altas temperaturas, utilizándose en productos que se hierven y productos con grasa como son los embutidos y productos abrasivos como macarrones. No es aceptado para envasar leche y productos lácteos deshidratados.

**Fig. 6.3:** Envases plásticos



### **Películas metálicas**

Dentro de los materiales flexibles tenemos también láminas metálicas. A pesar de ser costosas esto se compensa por la gran protección que ofrece al producto. Entre sus características, tenemos:

- ♣ Presentan un espesor menor a 1,15 mm , esto les permite suficiente flexibilidad para permitir la envoltura y trabajarlas mecánicamente con facilidad para adaptarlas a diversas formas, como: paquetes, bolsas, sobres, etc.
- ♣ Las utilizadas para envasar alimentos generalmente son de aluminio.
- ♣ Presentan una barrera perfecta a la humedad, gases y grasas.
- ♣ Pueden ser grabadas, litografiadas o laqueadas.

**Fig. 6.4:** Películas metálicas.





## **Películas combinadas**

Con el objetivo de lograr mejores cualidades se pueden combinar varios materiales, por ejemplo las láminas metálicas y el polipropileno no son termosellables, pero pueden combinarse con el polietileno de baja densidad para lograrlo. También ocurre que las películas metálicas deben combinarse con otro material como polietileno cuando se utilizan para envasar productos que pueden reaccionar con el aluminio, como es el caso de jugos de frutas.

## **Papel y cartón**

El papel y el cartón presentan características similares, unas son ventajosas y otras constituyen desventajas, así tenemos:

- ♣ Son ligeros y relativamente baratos.
- ♣ Se combinan fácilmente con otros materiales como plásticos, parafina y cera.
- ♣ Son fáciles de cerrar o sellar cociéndolos o pegándolos.
- ♣ Son flexibles y relativamente resistentes,
- ♣ Presentan alta permeabilidad a la humedad, grasas y gases, por esta razón frecuentemente se combinan con películas plásticas que garantizan esta protección.
- ♣ No brindan protección térmica.

El papel más utilizado es el kraft para sacos multicapas, actualmente estos sacos se combinan colocando en su interior una bolsa de polietileno que protege al alimento de la humedad, como es el caso de la leche en polvo.

El cartón se utiliza para conformar envases que se combinan con películas de aluminio y polietileno, como es el caso de los envases de tipo tetra pack, también se utiliza como envase secundario en cajas de cartón corrugado.

## **Etiquetas. Definición**

El Codex Alimentarius define el término “*etiqueta*” como cualquier marbete, rótulo, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o en huecograbado o adherido al envase de un alimento (FAO, 2007).

Las etiquetas identifican el producto para distinguirlo de los demás y proporcionar información acerca de él, para que tanto el vendedor como el consumidor conozcan la calidad y el servicio del mismo (Castro, 2011).

## **Elementos de la etiqueta**

Por lo general las etiquetas deben presentar los siguientes términos (Castro, 2011 y NC 108: 2008):

- ♣ Marca registrada
- ♣ Nombre y dirección del fabricante
- ♣ Denominación del producto y naturaleza del mismo
- ♣ Contenido neto y en caso específico, peso de drenado
- ♣ Número de registro de según las reglamentaciones de Salud
- ♣ Composición del producto (lista de ingredientes ordenados según su proporción)
- ♣ Código de barras
- ♣ Aditivos (calidad y cantidad)
- ♣ Fecha de fabricación y caducidad
- ♣ Campaña de conciencia ecológica y protección al medio ambiente.

### **Ejercicios propuestos**

1. Relacionar productos alimenticios con diferentes características (cárnicos, lácteos, cereales, de frutas y vegetales, pescados y mariscos) presentados en diferentes formas (deshidratados, conservas esterilizadas, frescos, etc.) y hacer la selección del tipo de envase o envases que pueden utilizarse para su conservación. Argumente en cada caso la selección.

## Capítulo 7: Otros métodos de conservación de los alimentos

Para la conservación de alimentos se utilizan otros métodos entre los cuales se encuentran las radiaciones.

### **Radiaciones ionizantes**

Son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo. Las radiaciones ionizantes pueden provenir de sustancias radiactivas, que emiten dichas radiaciones de forma espontánea, o de generadores artificiales, tales como los generadores de Rayos X y los aceleradores de partículas, interaccionan con la materia viva, produciendo diversos efectos.

Las radiaciones ionizantes tienen aplicaciones muy importantes en la industria y en la medicina. En la industria, las radiaciones ionizantes pueden ser útiles para la producción de energía, para la esterilización de alimentos, para conocer la composición interna de diversos materiales y para detectar errores de fabricación y ensamblaje.

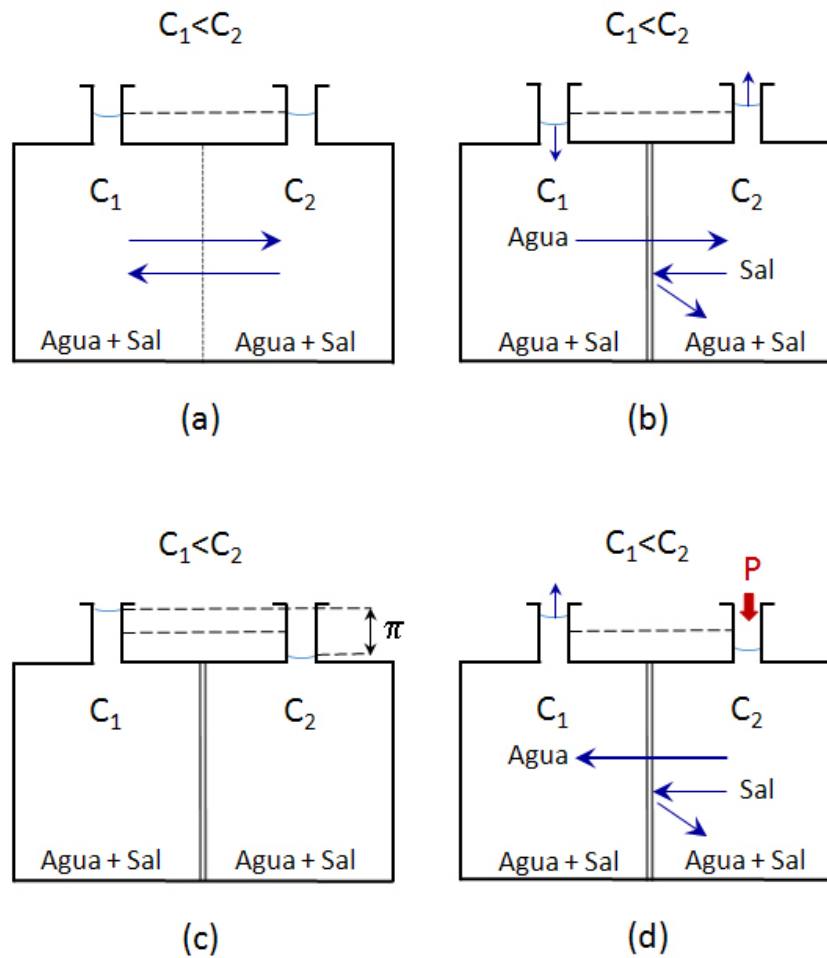
### **Ósmosis inversa**

La ósmosis es un fenómeno muy común en la naturaleza en los organismos de los animales y plantas como en el cuerpo humano. Mediante este fenómeno se realizan una gran cantidad de procesos.

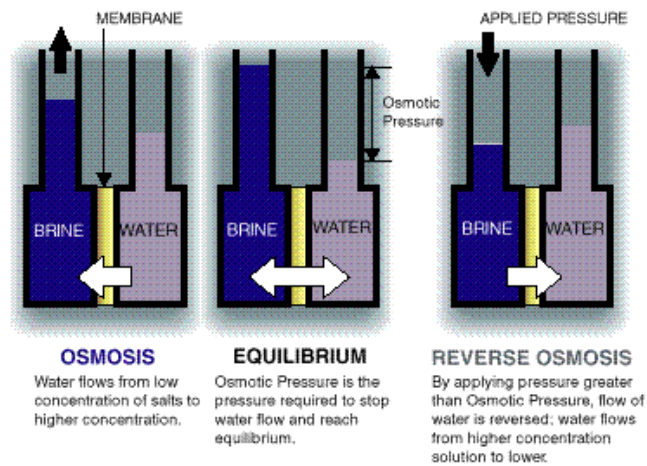
Este fenómeno está basado en la búsqueda del equilibrio. Al ponerse en contacto dos fluidos con diferentes concentraciones de sólidos disueltos, se mezclarán hasta que la concentración sea uniforme. Si estos fluidos están separados por una membrana permeable (la cual permite el paso a su través de uno de los fluidos), a través de la membrana se moverá el fluido de menor concentración de tal forma que pasa al fluido de mayor concentración.

En la ósmosis inversa se utiliza una presión superior a la presión osmótica, produciéndose el efecto contrario. Los fluidos se presionan a través de la membrana, mientras que los sólidos disueltos quedan atrás. Con esto se logra la disminución de la actividad de agua en el producto lo cual conlleva a una mayor durabilidad del mismo.

**Fig. 7.1:** Fenómeno de la ósmosis



**Fig. 7.2:** Fenómeno de la ósmosis inversa



## Capítulo 8: Vida útil de los alimentos

La vida útil de un alimento está dada por el tiempo en el que puede mantenerse en determinadas condiciones de almacenamiento sin que pierda su seguridad y calidad óptimas, comienza a contarse desde el momento en que es fabricado y depende de muchos factores como el proceso de fabricación, el tipo de envasado, las condiciones de almacenamiento y los ingredientes.

Los alimentos después de elaborados suelen envasarse y en los envases aparecen varias informaciones, entre las cuales se encuentra la fecha de producción y la fecha de consumo máximo o la de su caducidad. El tiempo que transcurre entre una fecha y otra es la vida útil del alimento en cuestión.

La fecha de consumo máximo refleja el período durante el cual se espera que un alimento conserve su calidad de la mejor forma, por ejemplo su color o sabor. Entre los alimentos que tienen una fecha de consumo máximo preferente se incluyen los alimentos enlatados, los deshidratados y los congelados.

La fecha de caducidad corresponde al período durante el cual un alimento resulte seguro para ser consumido, siempre que se respeten las condiciones de su almacenamiento especificadas. Estos alimentos no deben ser consumidos después de esta fecha ya que su consumo presenta riesgo de intoxicación. Entre estos alimentos se incluyen los productos lácteos refrigerados, las carnes cocinadas y las ensaladas preparadas.

Es responsabilidad de los fabricantes determinar la vida útil de un alimento y reflejarlo en la etiqueta que lo identifica, incluyendo las condiciones de almacenamiento necesarias para que se cumpla el tiempo de vida útil, por ejemplo, cómo debe guardarse después de abierto.

Generalmente, la vida útil se define durante la elaboración de un alimento. Se determinan las características del alimento que afectan a su seguridad y/o calidad. Estas características incluyen los ingredientes utilizados, el proceso de elaboración, el tipo de envasado como al vacío o con atmósfera modificada, utilizados a veces para prolongar el tiempo de vida útil de un producto y las condiciones de almacenamiento en las que se venderá el producto. Si es necesario, pueden llevar a cabo otros estudios como tomas de muestras y análisis microbiológicos.

La determinación de la vida útil es una parte integral de los sistemas de control de seguridad de los alimentos, la cual debe ser validada como parte de los exámenes periódicos de estos sistemas. Esto es especialmente importante cuando se modifican los productos, las plantas de producción o los equipos de producción.

## Bibliografía

1. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos “Acción, uso, análisis y toxicidad de los aditivos alimentarios”,
2. ¿Qué son los aditivos para alimentos, QuimiNet, Material digitalizado.
3. Los aditivos para alimentos, QuimiNet, Material digitalizado.
4. Read more: <http://www.lenntech.es/biblioteca/osmosis-inversa/que-es-osmosis-inversa.htm#ixzz4GrWUQxr>
5. [http://www.eufic.org/article/es/artid/La\\_vida\\_util\\_de\\_los\\_alimentos\\_y\\_su\\_importancia\\_para\\_los\\_consumidores/](http://www.eufic.org/article/es/artid/La_vida_util_de_los_alimentos_y_su_importancia_para_los_consumidores/)
6. Cargill. 2009. Cargill beverage concepts will address consumer demands for health, taste and texture at IFT 2008. Available from: <http://www.cargill.com/news-center/news-releases/2008/NA3007612.jsp>. Accessed Jul 20, 2009.
7. Food Processing. 2009. Modest growth for global probiotic market, 2009. Available from: <http://www.foodprocessing.com/articles/2008/383.html>. Accessed Jul 20, 2009.
8. Research and Markets. 2008. Functional foods market assessment 2007, 2008. Available from: [www.researchandmarkets.com/reports/](http://www.researchandmarkets.com/reports/). Accessed Jun 27, 2008.
9. Refrigeración y congelación de Alimentos. Tomos 1 y 2. Rolando Macías Marcelo. Ed. Pueblo y Educación, 1988.
10. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Rudolf Planck. Ed. Reverté. S.A. 1963.
11. Conservación de los alimentos. J. Antonio Díaz Abreu. Dpto. de ediciones del ISPJAE.
12. QUÍMICA DE LOS Alimentos. Odon I Vajda, tirso Saenz. Edit. Científico-técnica. La Habanas. 1976.
13. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol 1 y 2. Jean Claude Cheftel, Henri Cheftel. Ed. Revolucionaria. 1986.
14. [http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual\\_manejo\\_de\\_frio\\_para\\_la\\_conservacion\\_de\\_alimentos.pdf](http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual_manejo_de_frio_para_la_conservacion_de_alimentos.pdf)

18. <https://es.images.search.yahoo.com/search/Envases+De+Aluminio+Para+Alimentoswww.botanical-online.com%2Ffotos%2Fplantasmedicinales%2Fmetales-pesados-envases.jpg&action=close>
19. <https://es.images.search.yahoo.com/search/images/Envases+Metalicos+Para+Alimentos>
20. <https://es.images.search.yahoo.com/search/images/Envases+De+Vidrio+Para+Alimentos>
21. <https://es.images.search.yahoo.com/search/images/Curva+Humedad+De+Equilibrio>
22. <https://es.images.search.yahoo.com/search/images/Envases+Plasticos+Para+Alimentos>