

## Vida útil de los alimentos

*Lifetime food*

**María Luisa Carrillo Inungaray**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

[maluisa@uaslp.mx](mailto:maluisa@uaslp.mx)

**Abigail Reyes Munguía**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

[abigail.reyes@uaslp.mx](mailto:abigail.reyes@uaslp.mx)

### Resumen

En un mundo de consumismo, en el que la duración de las cosas puede haber pasado a un segundo plano, conocer el tiempo que durarán los alimentos ha cobrado gran importancia. Esto puede explicarse por el interés de los consumidores por el cuidado de su salud, lo que los lleva a tomar precauciones para minimizar riesgos de contraer enfermedades por el consumo de alimentos contaminados, o de alimentos procesados. La elaboración de alimentos con procesamiento mínimo requiere de un conocimiento de las complejas reacciones que se llevan a cabo en el alimento, ya que si la combinación de factores de conservación que se aplican en el alimento no son en la cantidad y la intensidad adecuadas, puede ocurrir una mayor velocidad de deterioro de los mismos.

La información que aquí se presenta, pretende servir de apoyo al personal de la industria alimentaria, a estudiantes y profesores del área de los alimentos, que requieran de información básica acerca de cómo lograr la estabilidad de los alimentos, así como los factores que participan en su descomposición. Los conceptos que se presentan permitirán comprender los factores relacionados con la descomposición de los alimentos y la influencia en su estabilidad. Asimismo, se mostrará cómo aplicar e interpretar pruebas para prolongar la vida útil de los alimentos, lo que contribuirá a la mejora de la calidad y a la consecuente disminución del riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por ellos.

**Palabras Clave:** alimentos, vida útil, contaminación, descomposición.

## Abstract

In a world of consumerism, in which the duration of things could have happened to the background, knowing the last time that food has become very important. This can be explained by the interest of consumers in their health care, which leads them to take precautions to minimize risk of disease by consuming contaminated food or processed foods. Food processing with minimal processing requires knowledge of the complex reactions that take place in the food, as if the combination of preservation factors that are applied in the food are not in the appropriate quantity and intensity, can be occur faster deterioration thereof.

The information presented here aims to support the food industry personnel, students and professors of food, requiring basic information on how to achieve food stability, as well as factors involved in decomposition. The concepts presented allow us to understand the factors related to the breakdown of food and its influence on stability. Furthermore, we show how to apply and interpret evidence to extend the life of food, which will contribute to improving the quality and the consequent reduction in the risk of acquiring foodborne disease.

**Key words:** food, life, contamination, decomposition.

**Fecha recepción:** Agosto 2012

**Fecha aceptación:** Noviembre 2012

---

## Introducción

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico.

Una forma en que los consumidores pueden conocer la vida útil del alimento que están adquiriendo, es buscando en la etiqueta del producto la fecha de caducidad o la fecha de consumo preferente; ambas indican el fin de la vida útil del alimento. Fecha de caducidad: es la fecha a partir de la cual un producto no se debe ingerir, con el fin de evitar problemas sanitarios. Fecha de consumo preferente: es la fecha que indica que el contenido ya no ofrece toda su calidad al consumidor.

## **Factores que influyen en la vida útil de los alimentos**

Entre los factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento se encuentran el tipo de materia prima, la formulación del producto, el proceso aplicado, las condiciones sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento y distribución y las prácticas de los consumidores.

### **Materia prima**

La naturaleza de las materias primas es uno de los factores que más influencia tiene en la vida útil de un alimento. Esta puede tener un alto contenido de proteínas, grasas o carbohidratos. Dependiendo del macronutriente que predomine, o de la combinación de estos en el alimento, será el tipo de reacciones que se lleven a cabo. Por ejemplo, son diferentes las reacciones que ocurren en una carne que en un pan, o en unas galletas que en un queso.

La composición de las materias primas es determinante para las reacciones de deterioro que se llevarán a cabo en el producto. En la materia prima para elaborar un alimento, pueden predominar las proteínas, las grasas o los carbohidratos. También pueden tener un alto contenido de humedad, o no ser de buena calidad.

Por ejemplo, si las materias primas son ricas en proteínas, muy probablemente podrán desarrollarse bacterias; si tienen un alto contenido de grasas, en el producto final, posiblemente correrá el riesgo de enranciarse, o bien si contiene carbohidratos, el alimento elaborado será susceptible al deterioro por hongos y levaduras. Asimismo, la combinación de los nutrientes en la materia prima dirigirá el tipo de reacciones que predominará en el producto terminado.

### **Formulación del producto**

Los ingredientes y aditivos que contenga un producto afectan directamente la caducidad de un alimento. Algunos productos pueden contener un alto contenido de sal, como algunos tipos de quesos madurados, o la carne seca artesanalmente, que se consume en varias partes del mundo. De igual manera, en la formulación de muchos productos se usa

un alto contenido de azúcar, lo cual disminuye la actividad de agua y limita el número de reacciones indeseables en el alimento, y el uso de los conservadores, que tradicionalmente se agregan a muchos productos.

#### Proceso que se aplica

Los alimentos pueden someterse a procesos de pasteurización, de esterilización, o bien a la tecnología de obstáculos. Esta última, puede poner en riesgo la seguridad y calidad del producto si no se usan los factores de conservación de una manera inteligente.

#### Condiciones sanitarias del proceso

Dependiendo de las condiciones sanitarias que se sigan durante el proceso de elaboración de un producto, será el tiempo de vida útil del mismo. Si no se mantiene un adecuado manejo higiénico durante todo el proceso de elaboración, es posible que el producto final contenga una carga microbiana que, de tener condiciones favorables, pueda desarrollarse y descomponer el alimento o aún más, causar infecciones o intoxicaciones a los consumidores.

#### Envasado

Un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor que aquel que se envasó y luego se sometió a un tratamiento térmico. Así, los alimentos enlatados tendrán una mayor vida útil que los envasados en recipientes de plástico. El envasado puede favorecer condiciones de anaerobiosis o modificar la atmósfera entre el alimento y el material de empaque, de tal manera que en tales condiciones se pueda prolongar la vida útil del alimento.

#### Almacenamiento y distribución

El lugar donde se almacenen los productos terminados, así como el tiempo en que estos se distribuyan puede acortar la vida útil de un alimento, si esto no se realiza en condiciones apropiadas. Debe cuidarse que el transporte de los productos se haga en unidades de transporte con enfriamiento, si el transporte así lo requiere.

#### Prácticas de los consumidores

Aunque los productos alimenticios tengan una buena estabilidad física, química o microbiológica, si estos no se tratan en las condiciones que indica el fabricante, es posible que disminuya la vida útil de los productos. Una práctica común entre los consumidores es refrigerar los alimentos hasta varias horas después de su compra en un supermercado, exponiéndolo muchas veces a elevadas temperaturas. Una vez en el hogar, pueden no almacenarse inmediatamente en las condiciones adecuadas. Cuando los productos alimenticios se abren para consumirse, también pueden manejarse de forma poco higiénica, con el consiguiente riesgo de contaminación y en consecuencia la pérdida de su vida útil. Un riesgo latente en el hogar lo constituye la contaminación cruzada, la cual ocurre cuando se usan utensilios contaminados con microorganismos capaces de desarrollarse en el alimento, en la preparación de alimentos que no tendrán un tratamiento térmico posterior. Esto puede acortar su vida útil derivado de la producción de metabolitos por parte de los microorganismos, ocasionando que el alimento adquiera sabores y aromas desagradables.

### **Aspectos microbiológicos**

Principales microorganismos que pueden crecer en los alimentos

Un alimento logra alcanzar su estabilidad microbiológica después de que es expuesto a técnicas de conservación, simples o múltiples, para eliminar, reducir o prevenir el crecimiento microbiano. Entre los grupos de microorganismos que pueden desarrollarse en un alimento se encuentran: bacterias y hongos, los cuales son capaces de multiplicarse en los alimentos y deteriorar el producto; protozoarios y virus, que aunque no se desarrollan en los alimentos, utilizan a estos como vehículo.

#### **Bacterias**

Son células procarióticas, poseen paredes celulares con peptidoglicano. Una clasificación general de este tipo de microorganismos es como bacterias Gram negativas que incluye a las bacterias no fermentadoras oxidasa positivas, fermentadoras oxidasa positivas, fermentadoras oxidasa negativas, y como bacterias Gram positivas, que incluye a los bacilos esporulados, bacilos no esporulados y cocos.

## Virus

Constituyen una clase importante de microorganismos, que no son células. Carecen de muchos atributos de las células y se diferencian de estas en que no son sistemas dinámicos abiertos que toman nutrientes y vierten sustancias al exterior. Aunque contienen sus propios genes, carecen de ribosomas, por tanto, dependen de la maquinaria biosintética de la célula que infectan, para sintetizar proteínas. No obstante, los virus son causa de enfermedades infecciosas transmisibles por agua y alimentos. Entre los virus que causan enfermedad en el tracto digestivo, destacan el de la hepatitis A, los rotavirus y el Norwalk. El virus de la poliomielitis tiene la misma vía de acceso, pero es neurotrópico.

Los virus se consideran la causa más común de diarrea. Entre los agentes etiológicos se incluyen a los rotavirus, los adenovirus, calicivirus incluidos los Norwalk-virus y astrovirus y el virus de la hepatitis. Aunque los virus no se multiplican fuera de las células, tienen capacidad para mantenerse infectantes fuera de ellas. Se ha comprobado que los rotavirus se mantienen infecciosos hasta por 10 días en superficies inertes como plástico, vidrio y acero inoxidable, cuando se desecan sobre ellas suspensiones de heces contaminadas. El virus de la hepatitis A sobrevive en verduras almacenadas a 4-20°C. La resistencia de los virus al calor, en general es mayor que la de la mayoría de las bacterias no esporuladas. Cualquier alimento expuesto a contaminación fecal debe manejarse como potencialmente contaminado por virus. Debido al carácter estrictamente parasitario intracelular de los virus, ninguno de ellos se multiplica en los alimentos. Las enteritis y la hepatitis son las formas de infección viral con mayor importancia entre las transmitidas por alimentos. Los virus contaminantes de alimentos raramente son letales.

## Parásitos

Son organismos unicelulares (protozoarios) o multicelulares (helminths). Son transmisibles por los alimentos. No se multiplican en los alimentos. Los protozoarios son células eucariotas (con núcleo verdadero rodeado de membrana). Suelen requerir de un huésped intermediario animal; cuando este es ingerido por el hombre se transforma en la forma adulta parásita. El comportamiento de las formas infectantes de los parásitos, difiere en algunos aspectos respecto a la de otros microorganismos. Los parásitos no se multiplican

en los alimentos, pero siguen ciclos biológicos de más o menos complejidad, que no encuentran equivalentes entre bacterias, hongos y virus. Basta un huevecillo o un quiste de parásito para provocar el desarrollo del parásito adulto o de la larva infectante correspondiente, dentro del huésped. La contaminación de los alimentos por parásitos está relacionada con el nivel de sanidad ambiental y prácticas de su manejo higiénico.

#### Papel que desempeñan los microorganismos en un alimento

La presencia de microorganismos en los alimentos no siempre representa una amenaza de deterioro de los mismos, sino que desempeñan diferentes papeles en los alimentos.

#### Como ingrediente en la producción y manufactura de alimentos

En la elaboración de alimentos se emplean cepas mejoradas biotecnológicamente, que desarrollan características específicas en un alimento. En la Tabla 1 se presenta una lista de productos alimenticios y los microorganismos usados en su elaboración.

Tabla 1. Microorganismos involucrados en la elaboración de algunos productos alimenticios

Producto	Microorganismo involucrado en su elaboración
Cerveza, pan y vino	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Yogurth	<i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Productos fermentados	Bacterias lácticas
Quesos	Hongos filamentosos
Salchichas	Bacterias ácido lácticas
Vinagre	<i>Acetobacter</i> spp.

Las bacterias ácido-lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos 4 milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados, como el yogurt, el queso, la mantequilla, la crema de leche, el kefir y el koumiss.

#### Como causantes de enfermedades

En la Tabla 2 se presenta una lista de microorganismos patógenos que pueden estar presentes en los alimentos y ser causa de enfermedades. Entre los microorganismos

asociados a enfermedades transmitidas por alimentos se encuentran bacterias, hongos, virus y parásitos. Aunque estos últimos no se multiplican en los alimentos, pueden encontrarse en ellos y causar enfermedad; ejemplos de ellos son: *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora cayetanis*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Trichinella spiralis* y *Taenia* spp. En algunas ocasiones no es el microorganismo por sí mismo el que causa la enfermedad, sino que es la toxina que produce, como el caso de *Staphylococcus aureus* y de *Clostridium botulinum*. En el caso de los hongos son las micotoxinas las que causan enfermedades graves en el consumidor.

Tabla 2. Bacterias patógenas que pueden estar presentes en los alimentos.

Microorganismo	Enfermedad que causa	Alimentos involucrados
<i>Bacillus cereus</i>	Intoxicación	Arroz cocido
<i>Staphylococcus aureus</i>	Intoxicación	Alimentos crudos o cocinados de origen animal
<i>Salmonella thiphy</i>	Fiebre tifoidea	Carne, huevo
<i>Escherichia coli</i> O7:H57	Gastroenteritis	Carne, agua
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Mariscos, agua
<i>Shigella disenteriae</i>	Disentería	Verduras
<i>Listeria monocytogenes</i>	Gastroenteritis	Ensaladas y productos cárnicos
<i>Clostridium botulinum</i>	Botulismo	Alimentos enlatados
<i>Campilobacter jejuni</i>	Enteritis	Pollos rostizados y asados

Como agentes de descomposición

En la Tabla 3 se presentan los microorganismos que pueden crecer en los alimentos y descomponerlos. Aunque el consumo de alimentos descompuestos por microorganismos no siempre causará daño a quien lo consume, hacen desagradable al producto. Además, el desarrollo de microorganismos en los alimentos generalmente ocasiona cambios en el sabor, textura, apariencia visual y olor de los mismos.

Tabla 3. Agentes causales del deterioro de alimentos

Microorganismo	Alimento que deteriora
<i>Rhizopus orizae</i>	Tomate
<i>Aspergillus flavus</i>	Cereales, cacahuates
<i>Penicillium</i>	Cítricos
<i>Zygosacharomyces bailii</i>	Jarabes, jamones y jaleas
<i>Rhizopus</i>	Pan
<i>Aspergillus</i>	Tortilla
<i>Pseudomonas</i> ,	Carne de res y de ave



### Uso de los microorganismos en los alimentos

La presencia de microorganismos específicos ha servido para obtener información importante acerca del estado que guarda un alimento, para conocer las condiciones en que se elaboró, a pesar de que no se estuvo presente en el momento de su elaboración. Conocer la presencia de algunos microorganismos en los alimentos, y más aún su número, ayuda a predecir el tiempo de su vida útil.

En el área de la inocuidad alimentaria, algunos microorganismos se usan como indicadores (Tabla 4). Las características que debe tener un microorganismo indicador son: ser exclusivo del contenido intestinal, encontrarse con frecuencia en la materia fecal, encontrarse en abundante cantidad, tener la misma resistencia que los microorganismos patógenos y ser de fácil detección.

Tabla 4. Microorganismos indicadores de la higiene de los alimentos

---

Bacterias mesófilas aerobias
Indicadores del valor comercial de un alimento
Indicadores del manejo higiénico de un alimento
Indicadores de idoneidad de materias primas
Indicadores de la eficiencia de un proceso germicida o de conservación
Indicadores de la vida útil de un alimento
Indicadores de la frescura
No indicadores de contaminación fecal
No relación con la presencia de patógenos
Organismos coliformes totales
Indicadores de la calidad microbiológica del alimento
Indicadores de malas prácticas sanitarias
No indicadores de contaminación fecal en alimentos
No relación con la presencia de patógenos en los alimentos
No indicadores de contaminación fecal en alimentos. Sí en el agua
No relación con la presencia de patógenos en los alimentos
No indicadores de contaminación fecal en alimentos. Sí en el agua.
No relación con la presencia de patógenos en los alimentos. Si en el agua.
Indicadores de la eficiencia de un proceso germicida
No relación en algunos casos con prácticas higiénicas
Organismos coliformes fecales
Indicadores de contaminación fecal solo en el agua, bivalvos y algunas verduras crudas
Relación con la presencia de patógenos solo en el agua, bivalvos y algunas verduras crudas
Indicadores de la calidad microbiológica del alimento

---

---

Indicadores de la eficiencia de un proceso germicida  
 Enterococos  
 Indicadores de higiene en general  
 Indicadores de higiene en productos congelados  
 Indicadores de contaminación fecal en ostiones  
 Indicadores de contaminación fecal en agua  
 Hongos y levaduras  
 Indicadores de contaminación ambiental en equipo y alimentos  
 Indicadores de frescura del alimento  
 Indicadores vida útil  
 Indicadores de deterioro  
 No indicadores de contaminación fecal  
 Staphylococcus aureus  
 Indicador de contaminación humana  
 Productor de toxina

---

Factores que influyen en el crecimiento de los microorganismos

La Figura 1 muestra los factores que influyen el crecimiento de los microorganismos presentes en un alimento. Una combinación inteligente de los métodos de conservación, controlará el crecimiento de los microorganismos en un alimento, lo que prolongará su vida útil.

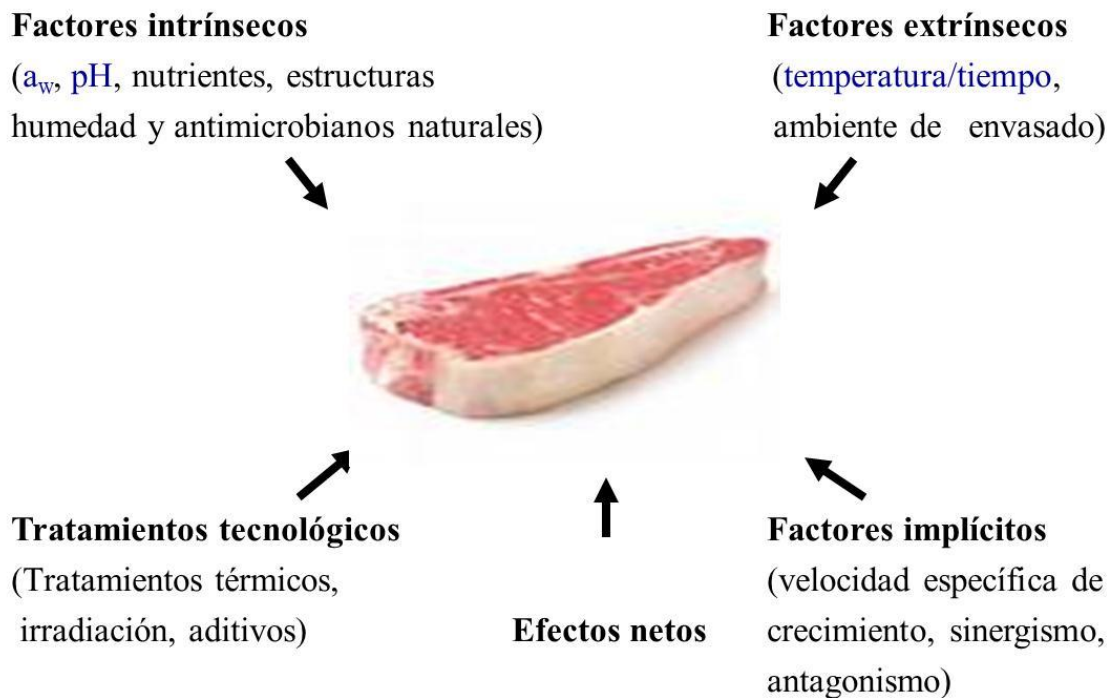


Figura 1. Factores que influyen el crecimiento de los microorganismos en un alimento.

Entre los factores que más afectan el desarrollo de los microorganismos en los alimentos se encuentran la temperatura, el pH y la actividad de agua. La temperatura en que se almacenen los alimentos, es uno de los factores que más influyen en que los microorganismos puedan crecer en ellos y descomponerlos.

Los microorganismos son capaces de crecer en ambientes con diferente pH (Figura 2), razón por la que pueden encontrar en un alimento condiciones favorables para su desarrollo y descomponerlo o usarlo como vehículo para causar enfermedad en el consumidor.

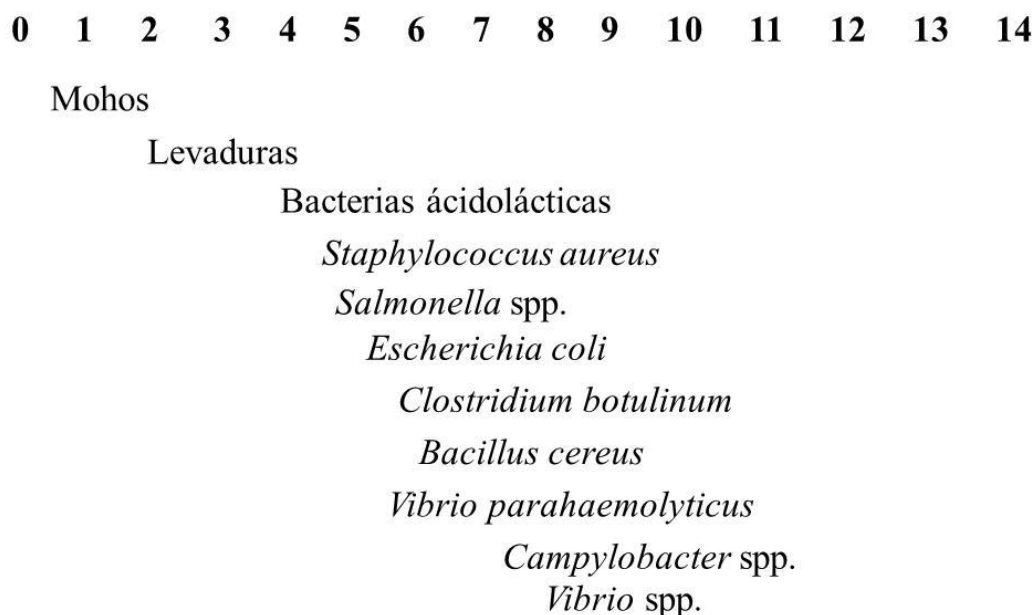


Figura 2. Desarrollo de microorganismos a diferente pH.

Otro factor importante para el crecimiento de los microorganismos es la actividad de agua ( $a_w$ ), que se refiere a la cantidad de agua que está presente para reacciones que se llevan a cabo en un alimento. El valor de  $a_w$  en los alimentos puede variar de 0.0 a 1.0 (Tabla 5).

Tabla 5. Actividad de agua ( $a_w$ ) en algunos alimentos.

Alimentos	Valor de $a_w$
Carnes, pescados frescos, fruta, hortaliza, leche.	< 0.98
Leche concentrada por evaporación, concentrado de tomate, productos cárnicos, carnes curadas, embutidos fermentados, quesos poco madurados y de pasta semidura, frutas en almíbar, pan, ciruelas.	0.93 a 0.98
Embutidos fermentados y madurados, queso Cheddar salado, jamón tipo serrano, leche condensada.	0.85 a 0.93
Frutas secas, harina, cereales, mermeladas, pescado muy salado, nueces, quesos muy madurados.	0.60 a 0.85
Galletas, papas fritas, miel, chocolate, huevos y leche en polvo.	< 0.60

### Aspectos químicos

Los componentes que normalmente se ven afectados al deteriorarse los alimentos son: humedad, proteínas, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales. Los efectos negativos que pueden ocurrir a los alimentos pueden ser: pérdida de vitaminas, insolubilidad de materiales en polvo, modificación de las proteínas, grasas y carbohidratos, crecimiento microbiano y producción de toxinas. La modificación en alguno de estos efectos se considera el fin de la vida útil de un alimento.

Las modificaciones pueden evaluarse mediante pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, instrumentales o sensoriales. Para tal fin, la elección de los métodos de prueba es muy importante. Para seleccionar alguna técnica es necesario conocer la razón del análisis, para cuando se requieren los resultados, con qué equipos se cuenta en el laboratorio, cuál es el costo del análisis, cuál es la composición del alimento a evaluar y cuál es la normatividad con la que el tipo de alimento debe cumplir.

Se recomienda tener cuidado al seleccionar las pruebas a realizar, cuidando que sean representativas de lo que se desea medir. Asimismo, es indispensable tener conocimiento de cada parámetro químico que se puede evaluar y cuya medición servirá para establecer la vida útil del alimento.

## Humedad

Debido a las condiciones de almacenamiento, un alimento puede ganar o perder humedad, lo cual en ambos casos puede ser adverso para la pérdida de la calidad. Por ejemplo, en polvos para elaborar bebidas, leches en polvo o recubrimiento de dulces.

La determinación de humedad puede llevarse a cabo en estufa de secado, termobalanza, por destilación azeotrópica o por el método de Karl Fisher.

## Grasas

Las grasas presentes en los alimentos pueden ser saturadas, constituidas por ácidos grasos sin doble ligadura o insaturadas, que tienen ácidos grasos con dobles ligaduras. El grado de saturación de las grasas influye en la estabilidad oxidativa del producto. A mayor grado de insaturación de la grasa o aceite presente en un alimento, mayor riesgo de enranciamiento. La rancidez puede ser hidrolítica u oxidativa. En el primer caso se debe a la liberación de ácidos grasos de cadena corta y en el segundo a la producción de peróxidos.

Entre los factores que favorecen la oxidación de la grasa se encuentran: oxígeno, luz, presencia de metales y actividad de agua. Para proteger a las grasas de la oxidación, además de controlar las variables mencionadas, pueden adicionarse antioxidantes. Para medir la rancidez oxidativa, puede determinarse el índice de peróxidos, índice de p-anisidina, o a partir del valor de totox, entre otros. También puede medirse por cromatografía de gases, por la prueba de Kreiss o por el valor de ultravioleta.

La rancidez hidrolítica es causada por el rompimiento de los enlaces éster entre el glicerol y los ácidos grasos. Es catalizada por enzimas y cuando se lleva a cabo la reacción, se liberan ácidos grasos y se aumenta la acidez.

## Carbohidratos

Los carbohidratos presentes en un alimento pueden ser atacados por la flora del alimento y transformarse en metabolitos como los alcoholes y ácidos. Los carbohidratos pueden cuantificarse en los alimentos mediante cromatografía de gases, cromatografía de líquidos, Eynon y Lane, Nelson, kits enzimáticos y por electroforesis capilar.

Otros componentes

Entre las sustancias cuya cuantificación puede emplearse para monitorear los cambios químicos que ocurren en el alimento y en consecuencia su pérdida de calidad, se encuentran los alcoholes, ácidos, nutrientes, como las proteínas y las vitaminas. Asimismo, los cambios en la solubilidad de los componentes o el cambio de color sirven para indicar que un alimento ha llegado al fin de su vida útil.

### **La evaluación sensorial como herramienta para estudios de vida útil**

La evaluación sensorial comprende un grupo de técnicas que mide las respuestas de humanos a los alimentos y minimiza potencialmente los efectos de sesgo de identidad y otra información que influencia la percepción del consumidor.

Los sentidos humanos han sido usados por siglos para evaluar la calidad de los alimentos. Todos tenemos juicios acerca de los alimentos dondequiera que comemos o bebemos. Esto no significa que todos los juicios sean útiles o que cualquiera está calificado para participar en una prueba de evaluación sensorial.

La producción de alimentos de buena calidad con frecuencia depende de la agudeza sensorial de un solo experto, quien tiene la carga de la producción o de los cambios que se tienen que hacer a un proceso, para que el producto sea seguro y con las características deseables. Esto se usó en la industria cervecera y en la vitivinícola.

La moderna evaluación sensorial reemplazó estas autoridades individuales con paneles de gente que participa en un método de prueba específico, que tienen la forma de experimentos planeados. Esto ocurrió por algunas razones. Primero, se reconoció que el juicio de un grupo de personas podría ser más confiable que el de una sola persona, además si esa persona enfermaba, ¿quién iba a tomar decisiones? Segundo, el experto podría o no reflejar lo que los consumidores podrían querer en un producto.

El interés principal de los especialistas en evaluación sensorial es asegurar que el método de prueba sea apropiado para responder a las preguntas que se hacen acerca del producto en la prueba. Las pruebas sensoriales que se usan de forma más común son las

pruebas de discriminación o diferencia, descriptivas y afectivas. Cada una de ellas responde a una pregunta de interés en relación a la calidad del producto (Tabla 6).

Tabla 6. Clasificación de métodos de prueba en evaluación sensorial.

Clase	Pregunta de interés	Tipo de prueba	Características de los panelistas
Discriminación o diferencia	¿Son los productos diferentes en alguna forma?	Analítica	Tener agudeza sensorial, orientados a métodos de prueba, requiere un panel algunas veces entrenado.
Descriptiva	¿Cómo difieren los productos en características sensoriales específicas?	Analítica	Tener agudeza sensorial y motivación, requiere un panel entrenado o altamente entrenado.
Afectiva	¿Qué tanto gustan los productos o cuales productos son los preferidos?	Hedónica	Puede usarse un panel no entrenado, que conozca el producto a evaluar.

#### Pruebas de discriminación o diferencia

Las pruebas sensoriales más simples intentan responder si hay diferencia entre dos tipos de productos. Estas son las pruebas de discriminación: prueba de triángulo, prueba dúo-trío y comparación pareada. El análisis está basado en la estadística de frecuencias y proporciones (contando respuestas correctas y erróneas). De los resultados de la prueba, se infieren las diferencias basadas en las proporciones de personas que fueron capaces de seleccionar correctamente el producto de prueba, de entre un grupo de productos similares o control.

Típicamente una prueba de discriminación puede llevarse a cabo con 25 a 40 participantes que estén familiarizados con el método de prueba. Las pruebas de diferencia son las más usadas en la actualidad. En parte, la popularidad de estas pruebas se debe a la simplicidad del análisis de los datos.

Las tablas estadísticas derivadas de una distribución binomial dan un número mínimo de respuestas correctas necesarias para concluir con significancia estadística, en función del número de participantes. Solo se necesita contar las respuestas correctas y consultar la tabla para dar una conclusión estadística, y los resultados pueden ser fácil y rápidamente reportados.

#### Prueba de triángulo

Un ejemplo clásico de esta prueba de triángulo se usó en Carlsberg breweries y en las destilerías Seagrams en 1940. En esta prueba, dos productos eran de un mismo lote, mientras que un tercer producto era de un lote diferente. Los jueces deberían contestar cuál de las tres muestras era diferente.

#### Prueba dúo-trío

El procedimiento de esta prueba consiste en dar una muestra de referencia y dos muestras de prueba. Una de las muestras de prueba está relacionada con la referencia, mientras que la otra corresponde a un producto, lote o proceso diferente.

#### Comparación pareada

Es una prueba de diferencia muy popular, en la cual los participantes podrán elegir cuál de los dos productos tuvo un atributo dado más fuerte o más intenso. Debido a que la atención de los panelistas está dirigida hacia un atributo específico, esta clase de prueba es muy sensible para diferencias.

#### Pruebas descriptivas

Son aquellas que cuantifican las intensidades percibidas de las características sensoriales de un producto. Estos procedimientos se conocen como análisis descriptivos. El primer método para hacer esto con un panel de jueces entrenados fue el perfil de sabor. Ellos formularon un método que involucra un entrenamiento intensivo de panelistas que ellos entrenan para caracterizar todas las notas de sabor en un alimento y la intensidad de estas notas usando una simple escala de categoría y anotar su orden de aparición. Actualmente este método se llama Análisis Descriptivo Cuantitativo y usa diseños



experimentales y análisis estadístico, tales como análisis de varianza. En el desarrollo de productos se usan aplicaciones híbridas, con la ventaja de que pueden aplicarse a los productos de una compañía en particular. El análisis descriptivo es aplicable para la caracterización de una amplia variedad de cambios en un producto en el desarrollo de nuevos productos. La información puede relacionarse a la aceptación del consumidor y a las medidas instrumentales por medio de técnicas estadísticas tales como regresión y correlación.

En la Tabla 7 se presenta una evaluación descriptiva para evaluar la textura en una galleta. El producto es ensayado en diferentes intervalos de tiempo en una manera controlada y uniforme, típica de un procedimiento analítico de prueba sensorial. Por ejemplo, la primera mordida puede definirse como el corte con los incisivos.

Tabla 7. Evaluación descriptiva de atributos de textura en galletas.

Fase	Atributo	Rango descriptivo
Superficie	Aspereza	Suave-rugosa
	Particuloidad	Ninguna - muchas
	Sequedad	Grasosa-seco
Primera mordida	Fracturabilidad	Desmoronadizo- quebradizo
	Dureza	Suave - dura
	Tamaño de partícula	Pequeña - grande
Primera masticada	Espesura	Ligera - Densidad
	Uniformidad de masticada	Igual - desigual
Segunda masticada	Absorción de humedad	Nada - mucho
	Cohesividad de la masa	Suelto - cohesivo
	Acomodo a los dientes	Nada - mucho
Residual	Arenosidad	Nada - mucho
	Aceitosidad	Seco - grasoso
	Particuloidad	Nada- mucho

El panel para tal análisis podría consistir de quizá 10 a 12 individuos bien entrenados en el significado de los términos. Se dio práctica con ejemplos. Las referencias de intensidad fueron también dadas para ejemplificar la escala de puntos. El relativamente pequeño número de panelistas se justifica debido a su nivel de calibración.

La tercera clase principal de pruebas sensoriales son aquellas que intentan cuantificar el grado de gusto o disgusto hacia un producto, llamados métodos de prueba hedónicos o afectivos. Su principal aplicación a este problema es ofrecer a la gente una elección entre productos alternativos, luego ver si hay una clara preferencia en la mayoría de los que respondieron. El problema de las pruebas de elección es que no dan información acerca de gusto o disgusto.

Un histórico punto de referencia en esta clase de pruebas es la escala hedónica. Este método provee una escala balanceada de nueve puntos para la escala del gusto, con una categoría neutral centrada, e intenta producir una escala de puntos con adverbios que representan etapas fisiológicamente iguales o cambios en tono hedónico y cuyos intervalos pueden ser manejados en un análisis estadístico.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo aplicar una prueba hedónica para determinar si un alimento ha llegado al fin de su vida útil.

**Ejemplo**

Evaluar si un caramelo almacenado durante ocho meses (almacén a 24 ° C y 60 % de humedad relativa equivale a uno recién elaborado (Control). Se usó un panel de 29 consumidores. Se aplicó una prueba de aceptación (nivel de agrado) y se empleó una escala hedónica de 9 puntos (9 es la calificación máxima).

Juez	Caramelo 8 meses	Caramelo control	D	D <sup>2</sup>	
1	7	9	2	4	
2	6	9	3	9	9 Gusta extremadamente
3	8	9	1	1	8 Gusta mucho
4	8	8	0	0	7 Gusta moderadamente
5	9	9	0	0	6 Gusta ligeramente
6	7	8	1	1	5 Ni gusta ni disgusta
7	6	8	2	4	4 Disgusta ligeramente

8	9	8	-1	1	3 Disgusta moderadamente
9	7	8	1	1	2 Disgusta mucho
10	8	8	0	0	1 Disgusta extremadamente
11	8	9	1	1	
12	6	7	1	1	H <sub>0</sub> : Caramelo de ocho meses = caramelo recién elaborado
13	6	8	2	4	$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$
14	7	8	1	1	D = valor de la diferencia entre referencia y la muestra.
15	7	7	0	0	n = 29
16	8	9	1	1	grados de libertad = (n-1)
17	8	9	1	1	n-1=29-1=28
18	8	8	0	0	$\sum D^2 = 29 * 49 = 1421$
19	7	8	1	1	$\{\sum D^2 - (\sum D)^2\} = 1421 - 25 * 25 = 796$
20	6	8	2	4	$\{\sum D^2 - (\sum D)^2\} / (n-1) = 796 / (29-1) = 28.43$
21	8	9	1	1	$\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(29)49 - (25*25)}{(29-1)}} = 5.33$
22	7	9	2	4	$\sum D = 25$
23	8	9	1	1	$t = \frac{25}{\sqrt{\frac{(29 * 49) - (25)^2}{(29-1)}}} = 4.69$
24	6	7	1	1	$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} = 4.69$
25	8	9	1	1	t tabla = 2.048 (Prob. 0.05)
26	8	8	0	0	
27	8	7	-1	1	t 4.69 > t 2.048
28	9	8	-1	1	t calculada > t tabla
29	7	9	2	4	∴ hay diferencia entre las muestras.
<b>Suma</b>	<b>215</b>	<b>240</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	
Media	7.4	8.3			

Para interpretar los resultados, si se aplica un criterio estricto, la muestra se encuentra fuera de vida útil, ya que pierde aceptación en forma significativa con respecto al control, a pesar de que a algunos consumidores todavía puede gustarles el producto. Será criterio del evaluador cómo aplica la escala, ya que el producto a pesar de ser diferente de acuerdo a la escala es aceptado por el consumidor común.

### **Estrategias para extender la vida útil de un alimento**

Aunque en la actualidad los consumidores demandan de productos frescos, es muy difícil alargar la vida útil sin sacrificar la imagen de frescura del alimento y en muchos casos, la caducidad de un alimento no puede ser alargada.

Los métodos para prolongar la vida útil de los alimentos deben basarse en el conocimiento de los diferentes mecanismos implicados en el deterioro de los alimentos. Entre más se conozcan los mecanismos implicados en el deterioro de los alimentos, mayor será la capacidad para alargar su caducidad. Por lo tanto, lo primero que se recomienda hacer para extender la vida útil de un alimento, es preguntarse por las causas más frecuentes e importantes de su descomposición. Una vez detectadas las causas de deterioro, deben conocerse los mecanismos que se siguen en cada causa en particular y detectar los factores que contribuyen a ese deterioro. Por ejemplo, se sabe que en unas galletas, su principal deterioro se debe a que pierden textura. Los factores que contribuyen a este deterioro serían una actividad de agua elevada y un exceso en la humedad relativa de almacenamiento. Una vez detectados la causa de deterioro y los factores que contribuyen, deberán seleccionarse las tecnologías de conservación que controlen esos mecanismos de descomposición.

La Tabla 9 muestra ejemplos de causas de deterioro de algunos alimentos y la técnica que se puede usar para extender su vida útil. Aunque, por lo general, son varias las causas por las que un alimento puede descomponerse, cuando se tiene como objetivo extender la vida útil de los alimentos debe elegirse la causa más común por la que ese alimento es retirado del mercado.

Tabla 8. Ejemplos de técnicas para extender la vida útil de los alimentos

Alimento	Causa de deterioro	Técnica para extender la vida útil
Galletas	Crecimiento de hongos Ablandamiento por ganancia de humedad Pérdida de textura	Uso de conservadores Uso de envase no permeable
Productos cárnicos	Desarrollo de microorganismos patógenos	Refrigeración Uso de conservadores
Leche	Crecimiento de microorganismos patógenos y deterioradores	Pasteurización Refrigeración Envasado aséptico
Vegetales frescos	Pérdida de humedad	Envasado en materiales no permeables
Jugo de frutas	Crecimiento de microorganismos Cambios bioquímicos	Altas presiones hidrostáticas
Salsas	Crecimiento de microorganismos	Uso de conservadores Disminución del pH
Carne congelada	Transferencia de vapor de agua: sublimación del hielo	Uso de envase no permeable

Una vez seleccionada la causa más común de deterioro en un alimento, es necesario usar una tecnología de conservación que mantenga las características de calidad del alimento.

#### Tecnologías de conservación

Entre las tecnologías de conservación se tienen las convencionales y modernas. Se tienen casos reportados en que estas últimas permiten producir un alimento con características de calidad superiores a los producidos mediante técnicas convencionales.

Conocer las tecnologías de conservación permite seleccionar el método más adecuado para extender la vida útil de un alimento. En general, las tecnologías de conservación usan los siguientes mecanismos:

Inactivación de los microorganismos, para lo cual pueden emplearse la pasteurización, esterilización, altas presiones hidrostáticas, irradiación.

Impedir o inhibir el crecimiento bacteriano, para lo cual pueden emplearse refrigeración, congelación, curado, envasado al vacío, envasado en atmósfera modificada, acidificación, fermentación, adición de conservadores.

Restricción de acceso de los microorganismos a los productos, para lo cual pueden usarse, envasado aséptico, descontaminación de materias primas y ambiente, materiales de empaque.

En la actualidad, para cumplir con las demandas de los consumidores de alimentos con menos procesamiento y uso de aditivos, se pone en práctica la tecnología de obstáculos, que consiste en usar varios factores de conservación en forma conjunta, de tal manera que no se abuse de un solo factor de conservación.

Factores que pueden usarse en forma combinada en un alimento para extender su vida útil: calentamiento, enfriado, actividad de agua, potencial de óxido-reducción, conservadores y flora competitiva.

### **Diseño de un estudio de vida útil**

Para asignar la fecha de caducidad de un alimento es necesario realizar varias veces las pruebas. Existen varios tipos de pruebas, cada una con una utilidad diferente:

Estudio de caducidad inicial. Se realiza durante la fase de estudio del producto, cuando no se ha establecido ni el proceso de producción real, ni se ha decidido el envase o formato del producto. Tiene como finalidad evaluar la seguridad del producto e indicar el mecanismo probable de deterioro.

Estudio de la caducidad preliminar. Se realiza durante la última parte del estudio piloto, o cuando ya se han realizado las primeras pruebas de producción. La información

que se obtiene se usa para otorgar la caducidad provisional que se incluirá en el borrador de especificaciones del producto, proceso y envase.

Estudio de confirmación de la caducidad. Normalmente se realiza al final del proceso de desarrollo del producto, utilizando muestras del producto elaboradas en condiciones de producción normales y cumpliendo con una serie de especificaciones provisionales.

Estudio rutinario de caducidad. Se realiza como apoyo a la producción. Sirve de fuente de información en la que se basa la renovación de la caducidad.

### **Parámetros que indican el final de la vida útil**

A pesar de los avances en la ciencia y la tecnología de alimentos, los productos alimenticios tienen una vida útil finita. Por lo tanto, existen indicadores de que la vida útil de un producto ha llegado a su fin. Entre estos pueden hallarse los siguientes: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debidos a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad.

Cuando se relaciona el conocimiento que se tiene acerca de los alimentos: sus características, procesos implicados en su elaboración, los microorganismos que pueden desarrollarse en él, las reacciones químicas que pueden desencadenarse debido a los componentes que este contiene, las condiciones en que será almacenado y la forma de transportarse hasta que llegue a los consumidores, es posible predecir el deterioro que sufrirá el alimento, por lo que es posible garantizar que la calidad de los productos es correcta y reproducible.

Para iniciar un estudio de vida útil, es necesario conocer cuáles son los cambios negativos que puede sufrir el alimento a evaluar. A partir de tal conocimiento, es necesario seleccionar aquellas mediciones que indiquen que un componente ha tenido una disminución en su concentración inicial o un deterioro. También puede partirse de la cuenta inicial de un microorganismo indicador o grupo de microorganismos para detectar en qué

momento la presencia o cuenta del microorganismo en cuestión no cumple con las especificaciones sanitarias contempladas en la normatividad vigente de un país.

#### Predicción del deterioro

Debido al uso generalizado de las computadoras en todas las áreas de actividad humana, en la actualidad es posible el desarrollo de modelos informáticos que pueden usarse para predecir la seguridad y caducidad de muchos alimentos.

Por la necesidad de garantizar la seguridad microbiológica de los alimentos, la mayoría de los modelos informáticos más conocidos son modelos predictivos para patógenos de alimentos.

La microbiología predictiva es un campo científico que combina elementos de microbiología, matemáticas y estadística para desarrollar ecuaciones matemáticas que describen y predicen la evolución de los microorganismos en condiciones ambientales establecidas. Los modelos predictivos usados en microbiología, se han clasificado en:

**Modelos primarios:** Describen cambios en el número de microorganismos, o bien respuestas de estos a lo largo del tiempo bajo un único grupo de condiciones. Entre los modelos que se usan con más frecuencia se encuentran: la función de Gompertz y la ecuación diferencial no-autónoma de Baranyi.

**Modelos secundarios.:** Describen la respuesta de uno o más parámetros de un modelo primario, a los cambios en uno o más de las condiciones de un cultivo. Entre ellos se encuentran: ecuación de Arrhenius, modelo de raíz cuadrada, modelo de respuesta en superficie y redes neuronales.

**Modelos terciarios:** Describen la respuesta de uno o más parámetros de crecimiento de algún microorganismo, usando programas de computación. Algunos de ellos son: Food Micromodel, Pathogen Modelling Program, Seafood Spoilage Predictor, Chefcad software, Food Spoilage Predictor, MIRINZ-software y Quantitative Risk Assessment (QRA).



## Consideraciones finales

Las pruebas de caducidad de los alimentos sirven de aviso para evitar problemas potenciales de daño a la salud de los consumidores. Así, un mejor conocimiento de los factores que están involucrados en la pérdida de calidad de los alimentos, y de la ecología microbiana de los microorganismos que pueden desarrollarse en las condiciones particulares de un alimento, permitirá establecer de una manera más exacta su tiempo de vida útil.

## BIBLIOGRAFIA

- Badui Dergal, S. (2006). Química de los Alimentos. México: Alhambra Mexicana.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H. & Hasdell, T. A. (2002). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55, 181-186.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M. & Parker, J. (2004). Brock. Biología de los microorganismos. España: Pearson, Prentice Hall.
- Nielsen, S. S. (2009). Análisis de alimentos. Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Sizer, C. (2000). Engineering a safer food supply. *Chemistry and Industry*, 19, 637-640.
- Vermeiren, L. Devlieghere, F., van Beest, M. de Kruijf, N. & Debevere, J. (1999). Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 77-86.