

January 2002

## Ciencia e ingeniería de alimentos: el cambio en la historia

Camilo Rozo Bernal

*Universidad de La Salle, Bogotá, revista\_uls@lasalle.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

---

### Citación recomendada

Rozo Bernal, C. (2002). Ciencia e ingeniería de alimentos: el cambio en la historia. Revista de la Universidad de La Salle, (33), 81-91.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# CIENCIA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS: EL CAMBIO EN LA HISTORIA

**Camilo Rozo Bernal**

Químico, Universidad Nacional de Colombia  
Ms. y PhD. en Ciencia y Tecnología de Alimentos,  
Cornell University  
Decano, Facultad de Ingeniería de Alimentos,  
Universidad de La Salle

*Teniendo en cuenta el desarrollo de la ciencia de Ingeniería de Alimentos, que se define como la disciplina que aplica los principios científicos y de ingeniería al diseño, desarrollo y operación de equipos y procesos para prolongar la vida útil de los alimentos, así como su importancia en el mundo de hoy, este artículo presenta un resumen acerca de la evolución de la conservación de los alimentos en la historia, al igual que temas relacionados con esta área del saber, ofreciendo de primera mano una información completa y con prospectiva, especialmente en lo referente a la necesidad de desarrollar políticas dirigidas a promover el avance científico y tecnológico de la industria agroalimentaria, para que el país alcance mayores niveles de competitividad.*



**S**in duda alguna, la alimentación es lo más importante para el ser humano. Todos los alimentos que consumimos son de origen biológico, pues se derivan de los animales y de las plantas. Esta característica es muy importante pues da origen a cambios en los alimentos que modifican su estado original y que llegan a producir su deterioro. Estos cambios son causados por una gran cantidad de reacciones químicas y bioquímicas. Además, muchos de los microorganismos inocuos y patógenos presentes en el suelo, en el agua y en el aire pueden crecer en los alimentos, ocasionando también su deterioro y causando riesgos para la salud de las personas. El control de estos cambios ha guiado los esfuerzos para conservar los alimentos que el hombre ha hecho a través de su historia.

Aunque no se conocían las causas del deterioro de los alimentos, nuestros antepasados desarrollaron muchos métodos de conservación mas o menos efectivos, algunos de los cuales se han empleado durante milenios. La conservación industrial de los alimentos se inició a comienzos del siglo XIX, después de una serie de descubrimientos que permitieron establecer las bases científicas y desarrollar la tecnología necesaria para efectuarla.

#### ALIMENTOS DEL HOMBRE PRIMITIVO

La forma de alimentarse ha evolucionado conjuntamente con el hombre. El alimento ha sido el artículo más precioso y sagrado. El asunto de sobrevivir siempre ha sido de la mayor importancia. En el comienzo de su existencia, el hombre consumía lo que podía recoger sin importar mucho que tipo de alimento era. Su dieta consistía principalmente de raíces, nueces, frutas, miel y huevos de varias especies de

animales. A medida que el hombre cambió de ser recolector de alimentos a ser cazador, la variedad de alimentos en su dieta aumentó al incluir varios tipos de carne, aves y pescado. El descubrimiento del fuego tuvo mucho impacto en la preparación de los alimentos, pues permitió consumir nuevas fuentes alimenticias, especialmente los cereales y las leguminosas que no son comestibles en forma cruda y originó la conservación de carnes y pescado por cocción y ahumado<sup>[1]</sup>

Alrededor de 8000 (a.n.e.), el hombre comenzó a cultivar los primeros cereales y a domesticar las primeras especies animales. Este hecho marcó un cambio muy importante en la historia de la humanidad, pues dio origen a los primeros asentamientos humanos y posteriormente a las primeras civilizaciones. El trigo fue el cereal predominante en el área del Mediterráneo, mientras que el arroz se desarrolló en India y Asia. El maíz se originó en América. Después se incorporaron otros alimentos a la dieta,

tales como hortalizas, frutas y leguminosas. Se cree que el hombre comenzó a fabricar pan en 6000 (a.n.e.) y que el queso se utilizó como alimento desde 4000 (a.n.e.) <sup>[1]</sup>

## ORÍGENES DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

La necesidad del hombre por alimentos disponibles fuera de la cosecha o de las estaciones originó las primeras técnicas de conservación.<sup>[2]</sup> En los climas con estaciones, después de la cosecha en el verano y el otoño, el invierno era una época de escasez, puesto que no se disponía de alimentos frescos hasta el verano siguiente. Esta falta de alimentos en el invierno hacía difícil para el hombre alimentarse a sí mismo y también a las especies animales que hacían parte de su sustento. Parte de estos animales era sacrificada antes de la llegada del invierno, para comer frescos los cortes más apetecidos y conservar congelado el resto de la carne para los siguientes meses de escasez. Los primeros métodos de conservación fueron ahumado, salado, secado y congelación.

En los climas tropicales el problema era contrario. Se disponía de alimentos frescos todo el año, pero las altas temperaturas los deterioraban rápidamente, lo cual impedía su consumo. La forma más conveniente de conservar los alimentos era favorecer el crecimiento de bacterias u otros microorganismos inofensivos, proceso conocido hoy como fermentación. Los alimentos fermentados como el queso y el yogurt se consumieron hace varios milenios. La col ácida y las aceitunas son ejemplos de vegetales fermentados. También se usaron las técnicas de ahumado, secado y salado.

Los métodos tradicionales de conservación de alimentos dieron productos de características muy variables y de vida útil limitada. En general, estos métodos no producían alimentos que fueran adecuadamente conservados (seguros para la salud) y además nutritivos y apetecibles. Ninguno de los métodos pudo aplicarse a todos los alimentos y en general eran limitados pues se aplicaban a alimentos

*La necesidad del hombre por alimentos disponibles fuera de la cosecha o de las estaciones originó las primeras técnicas de conservación*

específicos. Hacia finales del siglo XVIII la revolución industrial y los largos viajes por mar crearon la necesidad de desarrollar métodos de conservación más eficientes y aplicables a diferentes alimentos. Los primeros métodos industriales se basaron en la utilización del calor y del frío.

## DE LA TRADICIÓN A LA TECNOLOGÍA

La historia de la conservación de los alimentos tiene el cambio más importante a comienzos del siglo XIX, cuando se introdujo el primer método de procesamiento industrial aplicable a todos los alimentos.<sup>[3]</sup> En 1795, por pedido de Napoleón Bonaparte, el Ministerio Francés del Interior ofreció un premio por la invención de un proceso para preservar alimentos, de manera que éstos pudieran ser transportados largas distancias y almacenados por tiempo prolongado. El objetivo era reducir la dependencia del ejército francés en los alimentos de las regiones donde se hacían las campañas militares.

Una de las personas que respondió al desafío fue Nicholas François Appert, nacido en Francia en 1749 e hijo de un hotelero quien lo interesó desde edad temprana en la preparación de alimentos. Appert comenzó un período de experimentación de 14 años que resultó en el desarrollo del proceso de enlatado. El proceso se utilizó con sopas, frutas, verduras, jugos, productos lácteos y mermeladas. Estos alimentos se colocaron

en recipientes de vidrio sellados herméticamente con corchos y se calentaron después en agua hirviente. Appert, sin conocer la bacteriología, creyó que este proceso destruía el "fermento", o sustancia que producía el daño de los alimentos.

En 1810, Appert recibió el premio de 12.000 francos del gobierno francés, con la condición de que publicara sus hallazgos. Para cumplir con esta estipulación, Appert publicó en ese año su obra: *L'Art de conserver, pendant plusieurs années, toutes les substances animales et végétales* (El arte de conservar, durante varios años, todas las sustancias animales y vegetales), en la que describió métodos de enlatado para más de 50 alimentos. La versión en idioma inglés de la obra se publicó en Inglaterra y Estados Unidos en 1812.

El descubrimiento tecnológico de Appert causó revuelo en Europa. Los alimentos procesados se utilizaron por el ejército francés y en las remotas colonias francesas con mucho éxito. En 1804, Appert estableció en Massy, cerca de París, la primera enlatadora comercial, con 50 trabajadores y campos de cultivo de frijoles y arveja para procesamiento. La fábrica fue destruida en la guerra de 1814. Después Appert fracasó en los negocios y murió pobre en 1841.

La fecha histórica oficial del comienzo del proceso de enlatado es el 15 de marzo de 1809, cuando la *Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* aceptó el informe sobre el proceso y su

utilidad. En 1812, esta sociedad honró a Appert como “benefactor de la humanidad” y lo condecoró con una medalla de oro. Appert nunca patentó su descubrimiento. El inglés Peter Durand patentó después el uso del recipiente en lámina de estaño en vez de vidrio. Estos envases fueron reemplazados por el envase de hojalata a mediados del siglo XIX.

Se necesitó el genio de otro francés, Louis Pasteur, para explicar en 1876 el fundamento científico del método de Appert. Sobre la base de experimentos científicos rigurosos, Pasteur demostró que el proceso de calentamiento de los alimentos enlatados destruía los microorganismos causantes del deterioro de los alimentos y, por lo tanto, constituía la forma de prevenirlo. Otras investigaciones lo llevaron a desarrollar un método de conservación del vino, en el cual se destruyen los microorganismos causantes del deterioro por medio de un tratamiento térmico, pero sin esterilizar completamente el alimento. Este exitoso método de amplio uso actualmente, se conoce como “pasteurización”. En 1867 Pasteur publicó la segunda edición de su libro: *Études sur le vin. Ses maladies. Causes qui les provoquent. Procédés nouveaux pour le conserver et pour le vieillir* (Estudios sobre el vino. Sus enfermedades. Causas que las provocan. Procedimientos novedosos para conservarlo y para añejarlo). En esta obra indicó que sus investigaciones eran una nueva aplicación del método de Appert, reconociendo así la importancia de ese trabajo anterior.<sup>[2]</sup>



A mediados del siglo XIX se introdujo la primera innovación al proceso de enlatado, la cual consistió en calentar los alimentos enlatados en soluciones salinas con una temperatura de ebullición mayor a 100°C, reduciendo el tiempo del tratamiento térmico y aumentando la calidad del alimento procesado. Después se introdujo el uso del autoclave con vapor a presión. En la segunda mitad del siglo XIX se introdujeron mejoras en el desarrollo de los autoclaves y de los envases, tendencia que ha continuado hasta el presente.

Después de que el hombre se dio cuenta que los alimentos se conservaban por medio de las bajas temperaturas de las zonas frías de la tierra o del invierno, se buscó la utilización del hielo para conservar los alimentos de una manera artificial.<sup>[2]</sup> El hielo de las montañas era transportado hasta las ciudades donde se utilizaba con ese propósito, tal como consta en registros históricos de la Roma Antigua y en la Edad Media. También se ha reportado que en la China en 3.000 (a.n.e.) se conocían alimentos preparados con hielo, leche, frutas y miel, parecidos a los helados de hoy día.<sup>[2]</sup>

En 1755, se construyó el primer aparato que producía hielo. Esta primera invención fue modificada y mejorada, y en 1875 se fabricaron los primeros equipos de congelación, lo que facilitó la aplicación de esta tecnología en el mundo, tanto para la conservación de los alimentos perecederos como para el enfriamiento de bebidas y otras aplicaciones industriales. La industria cervecera se benefició especialmente con esta tecnología, absorbiendo la mayor parte de la capacidad de frío instalada en ese entonces. La refrigeración y congelación se extendió también a la conservación de leche, carnes, frutas y verduras. A comienzos del siglo XX era muy abundante la oferta de productos alimenticios refrigerados y congelados.

En 1908, el ingeniero Albert Barrier acuñó la expresión "cadena de frío", denotando el conjunto de recursos necesarios para manejar los alimentos perecederos bajo temperatura controlada desde la

producción primaria hasta su consumo.<sup>[2]</sup> Este concepto es muy importante por su efecto de mejoramiento de la calidad de los alimentos y en la disminución de las pérdidas poscosecha. Éstas se definen como la cantidad de alimento que se pierde en todas las etapas de manejo del alimento desde el momento que es separado de su sitio de origen hasta cuando es consumido por las personas. Estas pérdidas son muy altas en los países en desarrollo y su disminución por medio de un manejo adecuado de los alimentos, incluyendo la industrialización, es fundamental para la economía y para mejorar la disponibilidad de alimentos para la población.

La utilización del frío en la conservación de alimentos es tan generalizada en el mundo, que cambió la forma de alimentarnos y de comercializar los alimentos por sus aplicaciones en el transporte y almacenamiento. Su impacto en el suministro de alimentos procesados es tan importante como el del enlatado de los alimentos.

#### ORÍGENES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Todos los métodos de procesamiento de alimentos que se desarrollaron después, se definieron en términos matemáticos y físicos. Los cambios que ocurren en el alimento durante el procesamiento se investigaron y se explicaron en términos científicos de química, física y microbiología. Los equipos e instalaciones requeridos para el procesamiento se diseñaron siguiendo

los principios de ingeniería química y mecánica. Se introdujo el concepto de Operaciones Unitarias, que organizó la secuencia y los tipos de equipos para obtener los distintos alimentos procesados. Las tecnologías de procesamiento se enfocaron hacia la producción de alimentos con alta calidad sanitaria, nutricional y sensorial. Los aspectos de la regulación gubernamental sobre la seguridad del procesamiento de alimentos y la inocuidad de los alimentos procesados para la población tomó mas importancia cada día.

Este nuevo conocimiento se generó en las universidades, generalmente en colaboración con las industrias de alimentos y con el apoyo gubernamental, y tuvo varios efectos muy importantes: dio las bases para iniciar la educación a niveles tecnológicos y universitarios en ciencia, ingeniería y tecnología de alimentos, impulsó el desarrollo de la producción agrícola y la industrialización de alimentos y causó un crecimiento económico muy notable, que convirtió a la industria de alimentos en el sector de industria más importante en muchos países.

En este contexto, la ingeniería de alimentos se originó de dos maneras: como una especialización de la ingeniería química y como una asociación de ésta con las disciplinas de ciencia y tecnología de alimentos. En el último caso, su desarrollo tuvo lugar en facultades de agricultura al lado de la ingeniería agrícola. En las primeras décadas de la iniciación de las ciencias químicas y biológicas relacionadas con los alimentos, no había un enlace

directo con la ingeniería relacionada con los procesos, plantas y equipos usados en la transformación y conservación de alimentos. Después de los años sesenta se unieron esas dos áreas del conocimiento con el surgimiento de la ingeniería de alimentos, como disciplina que incluye aspectos de ingeniería y de ciencia y tecnología de alimentos.<sup>[4]</sup>

La enseñanza de las ciencias de alimentos se inició en los Estados Unidos en 1913. La conformación de los departamentos de ciencia y tecnología de alimentos comenzó en las universidades estatales (*land grant universities*) en los años cincuenta. Los currículos eran fuertemente orientados hacia los productos (*commodities*), lo cual satisfacía las necesidades de la industria de alimentos en ese tiempo. En los años sesenta muchas universidades ya habían establecido programas de ciencia y tecnología de alimentos. Estos programas dieron énfasis a las ciencias básicas y a los principios científicos que se aplican a todos o a la mayoría de los alimentos, disminuyendo el enfoque hacia los productos. La ingeniería de alimentos era una de las áreas de estudio dentro de las opciones ofrecidas en los departamentos de ciencia y tecnología de alimentos.<sup>[5]</sup>

El *Institute of Food Technologists* (IFT), la asociación de profesionales en ciencia, ingeniería y tecnología de alimentos más grande del mundo, fundada en los Estados Unidos en 1939, ha tenido una influencia muy grande en el desarrollo de los currículos de programas académicos de estas áreas del conocimiento en las

*La Ingeniería de Alimentos se originó como una especialización de la Ingeniería Química y como una asociación de ésta con las disciplinas de ciencia y tecnología de alimentos.*

universidades de ese país.<sup>[6]</sup> Las distintas propuestas del IFT, formuladas a partir de 1944, han llevado a orientar los currículos a un énfasis en las ciencias básicas aplicables a todas las fases de la tecnología de alimentos (química, física, matemáticas, microbiología y bioquímica), formación en ingeniería de alimentos sobre una base cuantitativa construida sobre los principios de las ingenierías química y mecánica. Los currículos deben complementarse con materias auxiliares al conocimiento científico pero necesarias para el adecuado desempeño de los ingenieros en la industria, tales como administración y legislación, entre otras. Se recomendaron prácticas industriales para los estudiantes y un plan de estudios de cinco años con un modelo curricular con estándares educativos suficientes para cumplir la acreditación de los programas.<sup>[5]</sup>

La evolución de la carrera de ingeniería de alimentos en Europa siguió un camino similar, aunque con diferencias debidas a las características dadas en cada país. La primera universidad en ofrecer un programa de ingeniería de alimentos fue la Universidad de Praga, donde los primeros egresados se graduaron en la década de 1950.<sup>[7]</sup> Con respecto a la estructuración de los currículos, la Comisión de Comunidades Europeas elaboró un estudio sobre la educación en ciencia, ingeniería y tecnología de alimentos en Europa, el cual se presentó en un simposio sobre el tema en 1979. Después, el Grupo de Trabajo sobre Alimentos de la Federación Europea de Ingeniería Química inició el estudio de los requisitos de un currículo para la enseñanza de Ingeniería de Procesos Alimentarios a nivel universitario. La propuesta final se presentó en el Tercer Congreso Internacional de Ingeniería y Alimentos en 1983.

El currículo recomendado para un plan de estudios de cinco años se basó en tres áreas principales del conocimiento: ciencias básicas, ingeniería y biociencias de los alimentos, y áreas adicionales en economía y administración y de proyecto de grado. Una importante consideración básica del estudio es que la ingeniería de procesos alimentarios es una carrera específica. La carrera puede tener variantes y modalidades,

ya sea para lograr profundizaciones o enfoques deseados o para satisfacer insuficiencias o necesidades propias, pero se debe evitar que el propósito central de tener un currículo bien definido e idóneo para capacitar al ingeniero de procesos alimentarios se desvirtúe.<sup>[4]</sup>

## LA CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS EN COLOMBIA

La educación en ciencias de alimentos se inició en el país a principios de los años sesenta cuando se dictaron los primeros cursos de ciencia y tecnología de alimentos en el Departamento de Química de la Universidad Nacional en Bogotá. El primer programa de Ingeniería de Alimentos se inició en 1967 en la Universidad INCCA de Colombia, en Bogotá. Posteriormente se aprobaron varios programas y hoy día se ofrece en trece universidades del país. El programa de la Universidad de La Salle se inició en 1988.



## ALCANCE DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS

La conservación de los alimentos ha sido uno de los requerimientos primarios del hombre y la sociedad. Algunas de las razones para conservar los alimentos son:

- Extender el período de tiempo en el cual un alimento permanece en buen estado, por medio de técnicas de preservación que inhiben los cambios microbiológicos, químicos y bioquímicos, y por lo tanto permiten un mayor tiempo para almacenamiento, distribución y consumo.
- Aumentar la cantidad de alimentos con sabores, colores, aromas y texturas atractivas para las personas.
- Suministrar a la población los nutrientes requeridos para una buena salud.

- Disminuir las pérdidas poscosecha de los alimentos, incrementando la cantidad de alimentos disponibles para la población.
- Generar un beneficio económico a la industria de alimentos.

El documento: *Actualización y modernización de currículo en Ingeniería de Alimentos*, publicado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y el ICFES, contiene la siguiente definición de la Carrera <sup>[8]</sup>: “Por Ingeniería de Alimentos se entiende la disciplina que aplica los principios científicos y de ingeniería al diseño, desarrollo y operación de equipos y procesos para el manejo, transformación, conservación y aprovechamiento integral de las materias primas alimentarias bajo parámetros de calidad, desde el momento de su producción primaria hasta su consumo, sin agotar la base de los recursos naturales ni deteriorar el medio ambiente”.

Entonces, el desempeño profesional del ingeniero de alimentos se hace en las etapas de la cadena alimentaria, desde cuando el alimento es removido de su sitio original de producción hasta cuando es consumido. Tiene que ver con el manejo y prolongación de la vida útil de los alimentos que se consumen en estado fresco y con los alimentos que se procesan industrialmente. Sus actividades también incluyen la investigación y desarrollo de productos y procesos, la gestión de sistemas de calidad, la gestión e innovación de tecnología, formulación y evaluación de proyectos y la prestación de servicios de

asesoría, consultoría y asistencia técnica. Las actividades de conservación y procesamiento de los alimentos son muy variadas. La Tabla, al final de este artículo, muestra algunos de los métodos industriales usados en la conservación de los alimentos y los productos obtenidos.

## ESTADO DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN COLOMBIA

La industria de alimentos transforma las materias primas alimenticias provenientes del campo y por lo tanto hace parte fundamental de la cadena alimentaria. Colombia es un país fundamentado en una economía agrícola, pues su situación geográfica, la variedad de climas, suelos y regímenes estacionarios dan base para establecer una producción agropecuaria con un gran potencial que permite desarrollar unas estructuras de manejo de alimentos y de industrialización de materias primas agropecuarias, para satisfacer la demanda interna y colocar productos en el mercado internacional.

La industria de alimentos se originó en el país a comienzos del siglo pasado. La producción industrial se enfocó hacia la sustitución de importaciones, hasta cuando se inició la apertura económica en la década del 90. En esta última década, el país se convirtió en importador neto de materias primas alimenticias y de productos procesados, principalmente debido al descenso en la producción agrícola causada por el problema social y político actual del país.<sup>[8]</sup> A pesar de los problemas

anteriores, la industria de alimentos sigue siendo el subsector manufacturero más importante en el país, participando en un 21% (promedio) en la producción industrial de la década de 1990, muy por encima del 7,7% de la industria química que le sigue. Además es el que tiene mayor crecimiento anual y generación de empleo. [9]

La industria de alimentos del país, con pocas excepciones, no ha sido dirigida hacia los mercados internacionales, ni hacia la investigación y la innovación tecnológica. La producción industrial escasamente ha cubierto la demanda interna. Colombia no ha sido un país eficiente en el manejo y procesamiento de alimentos, como sí son otros países latinoamericanos que

compiten exitosamente en el mercado internacional con muchos productos frescos y procesados. [8]

Las anteriores consideraciones indican que el país debe desarrollar políticas destinadas a promover el crecimiento de la industria agroalimentaria y su modernización con los avances tecnológicos que permitan ofrecer productos de calidad y precios competitivos para lograr participación en el mercado internacional. En este panorama, el impulso del desarrollo científico y tecnológico de las empresas es fundamental y la participación del Ingeniero de Alimentos, como la mejor opción profesional para la industria de alimentos, es muy importante en el desarrollo del país, para alcanzar la competitividad. 

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] JOHNSON, A.H. and M.S. Peterson, Editors. *Encyclopedia of Food Technology*. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut, 1974.
- [2] CASP, A. y J. Abril. *Procesos de Conservación de Alimentos*. A. Madrid Vicente, Ediciones y Ediciones Mundiprensa. Madrid. 1999. Pág. 19.
- [3] SZCZESNIAK, A. S. The Nicholas Appert Medalists. *A reflection of the growth of Food Science and Technology*. Food Technology, 45: 144-151, 1992.
- [4] BRUIN, S., B. Hallstrom y R. Jowitt "Food Process Engineering – A Model Syllabus", *Journal of Food Engineering*, 3:205-223, 1984.
- [5] FENNEMA, O. *Educational programs in Food Science: a continuing struggle for legitimacy, respect and recognition*. Food Technology, 43:170, 1989.
- [6] GOLDBLITH, S.A. *Fifty years of progress in Food Science and Technology: from art based on experience to technology based on science*. Food Technology, 43:88, 1989.
- [7] JOWITT, R. "The scope of Food Engineering", *Journal of Food Engineering*, 1:3-16, 1982.
- [8] ROZO, C., C. Cardona y F. García. *Actualización y Modernización del Currículo en Ingeniería de Alimentos*. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) e Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). Bogotá. 1999.
- [9] RIVEROS, H. *Características generales de la industria de alimentos*. Manuscrito. Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Bogotá. 1997.

**MÉTODOS INDUSTRIALES DE CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

| MÉTODO Y FUNDAMENTO  | TIPO DE TECNOLOGÍA   | PRODUCTOS/OBSERVACIONES  |  |
|--|--|--|--|
| <b>FERMENTACIÓN</b><br>Uso de microorganismos para lograr transformaciones en los alimentos  | Uso de levaduras   | Pan, cerveza, vino, licores, alcohol, vinagre  |  |
|  | Uso de bacterias   | Quesos, yogurt, kumis, embutidos cárnicos, col ácida, aceitunas  |  |
|  | Uso de hongos  | Salsa de soya, enzimas   |  |
| <b>CONSERVACIÓN POR CALOR</b><br>Eliminación de microorganismos patógenos y de reacciones deteriorativas   | Pasteurización   | Leche, jugos   |  |
|  | Escaldado  | Operación previa al enlatado y congelación de frutas y verduras  |  |
|  | Esterilización en envases  | Todos los alimentos (excepto granos, aceites, grasas)  |  |
|  | Esterilización directa UHT   | Leche, jugos, refrescos  |  |
|  | Cocción  | Todos los alimentos  |  |
|  | Fritura  | Muchos alimentos fritos  |  |
| Extrusión  | Cereales para desayuno, <i>snacks</i> , harina precocida de maíz   |  |  |
| <b>CONSERVACIÓN POR BAJAS TEMPERATURAS</b><br>Limitación del crecimiento de microorganismos y del efecto de reacciones deteriorativas              | Refrigeración  | Todos los alimentos (excepto granos, aceites)  |  |
|  | Congelación  | Todos los alimentos (excepto granos, aceites)  |  |
| <b>REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA DE LOS ALIMENTOS</b><br>Limitación del crecimiento de microorganismos y del efecto de reacciones deteriorativas | Secado   | al sol   | Uvas y ciruelas pasas, banano paso, carne y pescado seco       |
|  |  | aire caliente  | Vegetales y frutas deshidratadas, leche en polvo, café soluble |
|  |  | liofilización  | Café soluble, frutas, vegetales, extractos de frutas           |
|  | Concentración  | Leche condensada, pulpas de fruta concentradas, pasta de tomate  |  |
| Separación por membranas   | Leche concentrada, proteínas de leche y soya, jugos concentrados   |  |  |
| <b>PROCESOS NO TÉRMICOS</b><br>Limitación del crecimiento de microorganismos y del efecto de reacciones deteriorativas                             | Altas presiones hidrostáticas  | Tecnologías de última generación, se minimiza la degradación de calidad de los alimentos que se produce con el procesamiento térmico |  |
|  | Campos eléctricos pulsantes  |  |  |
|  | Microondas   |  |  |
|  | Pulsos luminosos   |  |  |
|  | Irradiación  | Inhibición de retoño en papa, cebolla y ajo  |  |
| Aditivos químicos  | Muchos factores de calidad deseable en los alimentos<br>Estrictamente regulados por autoridades internacionales de salud (FAO/OMS) y nacionales (FDA, Ministerio de Salud) |  |  |