

# La Contaminación de los Alimentos, un Problema por Resolver

Gloria Vásquez de Plata

Las enfermedades de origen alimentario han sido reconocidas como un problema de salud pública por la carga de morbilidad y mortalidad que representan y las graves repercusiones en la productividad económica general. Los alimentos pueden contaminarse por acción de agentes físicos, químicos, y biológicos y ser el origen de las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA). Algunos alimentos por sus mismas características físico químicas favorecen la supervivencia y multiplicación de microorganismos patógenos; su contaminación se origina a través de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo final por prácticas inadecuadas en la manipulación. El gobierno y las autoridades sanitarias, agricultores, fabricantes, manipuladores, consumidores, todos deben conocer los principios básicos de higiene de los alimentos e implementar un sistema de control y evaluación de riesgos para garantizar que los establecimientos donde se procesan alimentos o productos alimenticios ofrezcan alimentos seguros e inocuos. *Salud UIS 2003;35:48-57*

**Palabras clave:** Microorganismos, Enfermedades de transmisión alimentaria, Manipuladores, Inocuidad, Buenas practicas de manufactura, Análisis de riesgos y control de puntos críticos

Diseases from alimentary diseases have been recognized like a problem of public health because of morbidity and mortality that they represent, with great impact in the productivity of the economy in general. Food can be contaminated for physical, chemical and biological agents and they can be the origin of alimentary transmission diseases. Some food that for their own physical and chemical characteristics help the survival and reproduction of pathogens microorganisms, and they are susceptible to be contaminated throughout the alimentary chain by the manipulators, since primary production until the final customer for the use of inappropriate practices of manufacturing. The government, sanitary authorities, agricultures, manufacturers, manipulators and consumers must know the basic principles of food hygiene and they have to implement a control system and risk evaluations in order to guarantee that the establishments where products or food are processed offer safe and innocuous alimentary products. *Salud UIS 2003;35:48-57*

**KEY WORDS:** Microorganisms, Diseases of alimentary transmission, Manipulators, Innocuousness, Hazard analysis critical control points

## INTRODUCCIÓN

Hace unas décadas las enfermedades de origen alimentario (ETA) eran menos frecuentes porque los sistemas alimentarios eran menos complejos, los productores de alimentos eran los mismos consumidores, las poblaciones eran más estables y los movimientos migratorios reducidos. En los años venideros las ETA probablemente tenderán a crecer, por la urbanización, los modos de vida, la modificación de los hábitos alimentarios de los consumidores, la tendencia cada vez más generalizada a tomar los alimentos fuera del hogar, la misma jornada de trabajo y estudio, obliga al consumo de alimentos en diferentes establecimientos, (casinos, restaurantes, comidas rápidas, cafeterías, ventas callejeras, entre otros). Si bien la mundialización del comercio alimentario, ofrece a los consumidores mayor variedad de alimentos, también entraña

peligros para la salud humana, porque los alimentos pueden contaminarse en el transporte de un país a otro y llegar a producir brotes de enfermedad sino se cuenta con métodos estrictos y adecuados de control, lo cual plantea importantes desafíos a las autoridades de salud, responsables de establecer y controlar el cumplimiento de las normas sobre inocuidad de los alimentos.<sup>1,2</sup>

La enfermedad alimentaria (ETA) o intoxicación alimentaria, es producida por la ingesta accidental, incidental o intencional de agua y alimentos mal preparados, deficientemente conservados o contaminados con agentes físicos, químicos y/o microbiológicos, toxinas elaboradas por bacterias, (toxina estafilocócica, toxina botulínica) o por diversas sustancias químicas que pueden encontrarse en forma natural en los alimentos.

Las enfermedades de origen alimentario, se pueden presentar en cualquier lugar, predominando aquellos donde se practican malos hábitos higiénicos y/o

Nutricionista Dietista. Profesora Asociada. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Salud. Universidad Industrial de Santander. Correspondencia: E-mail gvasquez@uis.edu.co  
Recibido Diciembre 12 -2002/Aceptado Febrero 6 de 2003

sanitarios y en lugares en condiciones de hacinamiento. Constituyen una causa importante, de mortalidad en países industrializados y en vía de desarrollo y en estos últimos, son causa frecuente de mortalidad.

Según el último informe sobre las condiciones de salud en las Américas, publicado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en el período comprendido de 1960 a 1990, ocurrieron casi cinco millones de defunciones en niños menores de cinco años por diarrea; esto significa que hasta tres millones y medio de niños murieron por diarrea debido al consumo de alimentos contaminados.

En Estados Unidos, la FDA (Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos), calcula que pueden ocurrir anualmente hasta 81 millones de casos de salmonellosis de origen alimentario por año. En Inglaterra y Gales, los gastos médicos y el valor de las vidas perdidas por solo cinco infecciones de origen alimentario se estimaron en 1996, en 300 a 700 millones de libras al año.

En los países en desarrollo (con exclusión de China), la morbilidad y mortalidad asociadas a la diarrea, se estimó en 1990 en unos 2700 millones de casos por año, con 2.4 millones de defunciones en menores de cinco años. La reaparición del cólera en el Perú en 1991, ocasionó una pérdida de 700 millones de dólares en las exportaciones de pescado y productos pesqueros. En Colombia se estima que pueden ocurrir anualmente 372.000 casos de diarrea en menores de cinco años.<sup>2,3</sup>

En América Latina y El Caribe, la información enviada por 21 países y recopilada por la Organización Panamericana de la Salud y la Organización mundial de la salud (OPS/OMS) en el sistema regional de información sobre la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmitidas por alimentos, coordinado por el Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis (INPPAZ), revela que entre 1995 y 1999, se informaron 4234 brotes de ETA, en las cuales enfermaron 142.639 personas y fallecieron 240.<sup>3</sup>

En Colombia las infecciones alimentarias son captadas como casos individuales a través del formato SIS 12, no permitiendo esta forma de registro identificar la presencia de brotes de ETA. A partir del segundo semestre de 1996 a nivel nacional, se empezó a captar los brotes de ETA a través del Sistema Alerta Acción (SAA).

Para 1997, entre las semanas epidemiológicas 1 a 20, se notificaron un total de 39 brotes de ETA; el departamento de Antioquia aportó el 33.3% de los brotes, seguido por

Santa Fé de Bogotá y Nariño con el 17.9% y 15.4% respectivamente. Los principales agentes biológicos causales de los brotes de enfermedades alimentarias fueron diferentes especies de *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*.<sup>3,5</sup>

Los alimentos comúnmente asociados a estos brotes son los de origen animal especialmente, la carne y sus productos, leche, huevos y productos a base de huevo, mariscos y moluscos de mar; se han reportado brotes de botulismo producidos por palmitos, ensaladas preparadas con papas horneadas, ajo picado y conservado en aceite, también brotes de hepatitis A y algunas virosis transmitidas por frambuesas congeladas, jugos de naranja envasado comercialmente, pan y otros.<sup>5,7</sup>

Nuevos microorganismos patógenos y otros que antes no se relacionaban con el consumo de alimentos están aumentando el riesgo de las enfermedades de origen alimentario.

A partir de los ochenta se comenzó a ofrecer información documentada en el sentido de que varias bacterias patógenas nuevas entre ellas *E. Coli* 0157:H7 y *Listeria monocitogenes*, podían provocar enfermedades significativas transmitidas por alimentos, especialmente en niños pequeños, ancianos y personas con deficiencias inmunológicas.

La encefalopatía espongiiforme bovina, conocida comúnmente como la enfermedad de las vacas locas, se ha asociado con una nueva variante de la enfermedad de Creutzfeldt Jacob en los seres humanos.

*E coli* 0157:H7 se identificó por primera vez en 1979; tras el brote inicial; *E coli* enterohemorrágica ha sido causa de morbilidad y mortalidad en diferentes países, por el consumo de carne de vacuno picada, sidra de manzana no pasteurizada, lechuga, brotes de alfalfa y agua de bebida. En varios países del mundo se ha propagado *Salmonella typhimurium* DT104 con resistencia a cinco antibióticos de prescripción común.<sup>1,4</sup>

La información también revela que alrededor del 40% de los brotes de ETA ocurre en los hogares, restaurantes, cafeterías, tiendas de comestibles, comedores escolares, o donde se prepara alimentación para colectividades.<sup>4</sup> En consecuencia es fundamental para cualquier país y particularmente para Colombia tomar conciencia de la importancia que reviste la protección de los alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria encaminadas a disminuir estas enfermedades y razón para que los gobiernos y autoridades de salud enfrenten este desafío con

un enfoque interdisciplinario, que involucre a todos los sectores de la producción y comercio de alimentos, para establecer el uso de BPM (buenas prácticas de manufactura) y el HACCP, (análisis de riesgos y puntos críticos de control) desarrollar programas masivos de educación en higiene y seguridad microbiológica de los alimentos dirigidos a todas los manipuladores, y en general la adopción de acciones normativas que aseguren el consumidor el acceso a alimentos inocuos.

En este sentido, los profesionales de la salud, estamos llamados a asumir acciones de promoción y prevención, desarrollar programas de investigación y desarrollo en materia de inocuidad de alimentos y es lo que ha motivado a la revisión bibliográfica sobre este tema.

### LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos juegan un papel importante en la transmisión de enfermedades de origen alimentario debido a que se pueden contaminar a partir del aire, agua, suelo, animales, utensilios, el hombre y durante el proceso de producción primaria, transporte, almacenamiento, elaboración y distribución.

Entre los contaminantes químicos se encuentran los metales pesados, mercurio, plomo, cadmio y otros, utilizados en la fabricación de utensilios para cocina; toxinas elaboradas por proliferación bacteriana, constituyen una fuente importante de enfermedades de transmisión alimentaria, aunque en muchos casos sea difícil relacionar los efectos con un alimento particular.

La reciente crisis de las dioxinas, en la carne y productos avícolas, constituye un ejemplo específico de las posibilidades de contaminación química generalizada desde una única fuente.

En la cadena alimentaria se usan de manera de liberada aditivos alimentarios, nitritos, nitratos, para conservar características sensoriales del alimento, micronutrientes, medicamentos veterinarios y plaguicidas, que pueden tener graves consecuencias para la salud humana y ser causa significativa de enfermedades de origen alimentario.

Otros agentes físicos, vidrios, papeles, plásticos, pelos y otros se mezclan accidentalmente con el alimento durante la elaboración y aunque tienen menos importancia en microbiología alimentaria<sup>8</sup> pueden ser peligrosos para quienes los consumen.

Las principales fuentes de contaminación biológica de los alimentos, son los microorganismos: bacterias, hongos, virus, y parásitos.

Los alimentos, por sí mismos, pueden albergar microorganismos patógenos, toxigénicos y saprofitos; la biota inicial de los alimentos de origen animal está conformada por gran variedad de microorganismos entre ellos *Acinetobacter* spp., *Moraxella* spp., *Pseudomonas* spp., *Flavobacterium* spp., *Bacillus* spp., *Micrococcus* spp., *Enterobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., *Clostridium perfringens*, virus y parásitos<sup>8</sup>; por consiguiente la contaminación inicial de alimentos se origina desde los animales que se encuentren enfermos y pueden contaminar la carne y los utensilios durante el sacrificio.

Así por ejemplo, durante la evisceración, se pueden diseminar enterobacterias, como *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* o *Proteus*, *Enterococos*. Hay gérmenes de interés creciente, a los cuales se responsabiliza de cuadros de enteritis o septicemias: *Campylobacter* y *Yersinia*.<sup>2,8</sup>

La Comisión de Salud y medio ambiente de la OMS, ha señalado que gran parte del aumento de las infecciones alimentarias puede atribuirse a los progresos de la cría de ganado. Los métodos de ganadería intensiva han favorecido la propagación de *Salmonella* spp, cuya presencia se ha generalizado a los criaderos de aves de corral, cerdos y vacunos.<sup>8</sup>

*Salmonella* spp, *Pseudomonas* spp, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus*, están asociados frecuentemente con la carne cruda de mamíferos y aves así como bacterias emergentes y reemergentes tipo *Campylobacter* spp.

La leche sin pasteurizar puede contener *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Mycobacterium bovis*, *Brucella* spp, *Salmonella* spp, *Listeria monocitogenes* y *Campylobacter jejuni*.<sup>1,2</sup>

Los huevos de gallina son la principal fuente de *Salmonella enteritidis*, que suele ocasionar graves trastornos intestinales (salmonelosis) y las cáscaras contienen en su mayoría *Salmonella* spp.<sup>1,8,9</sup>

Los alimentos de origen vegetal puede albergar coliformes fecales, por el riego con aguas contaminadas, el uso de abonos orgánicos como estiércol, lo cual aumenta el riesgo, si se tiene en cuenta que muchos de los vegetales se consumen crudos o se emplean como ingredientes de platos o postres cuya composición facilita la multiplicación de patógenos.<sup>8-10</sup>

La materia prima de origen acuático son vehículos potenciales de microorganismos patógenos, como *Clostridium botulinum* tipo E, *Vibrio parahaemolyticus*

y *Salmonella*, numerosos zooparásitos, virus enteropatógenos, y causa frecuente de toxiinfecciones alimentarias, debido a deficientes condiciones higiénicas en la pesca, transporte y temperaturas inadecuadas de las bodegas de embarcaciones.<sup>8,9,11</sup>

El *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum* son los principales agentes causantes de intoxicación, el *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* de toxiinfección, diversos géneros causantes de infecciones como *Listeria monocitogenes*, *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli*0157H7, han sido descritas por la Organización Mundial de la Salud como una nueva significativa amenaza para la salud pública.

Los gérmenes patógenos, pueden pasar de un alimento crudo a uno cocido o viceversa, a través de los manipuladores o de una superficie no alimentaria, instalaciones, equipos, utensilios, de ahí el concepto de contaminación cruzada, importante en materia de inocuidad de alimentos y factor importante en las enfermedades transmitidas por alimentos.<sup>11</sup>

Los virus, han causado brotes de enfermedades intestinales, pese a que no se pueden multiplicar en los alimentos, su difusión se hace a partir de las manos de portadores humanos y del agua no potable.

Es importante mencionar la morbilidad causada por virus presentes en alimentos, como mariscos, ostras, mejillones, que se hayan cultivado en aguas próximas a vertidos de aguas residuales en el mar. Los virus entéricos humanos, son vehiculizados por los alimentos, entre ellos el virus de la poliomielitis, virus ECHO, adenovirus, reovirus y el virus de la hepatitis A. Según información epidemiológica el virus de la hepatitis A, se ha podido relacionar con la ingesta de mariscos contaminados por heces.<sup>12,13</sup>

Los parásitos necesitan un hospedero para sobrevivir. Los protozoos y helmintos pueden llegar al hombre a través del agua, carne cruda o insuficientemente cocida, verduras u hortalizas que se consumen crudas o alimentos contaminados con materia fecal.<sup>12</sup>

Hay determinados géneros de parásitos que interesan en la microbiología alimentaria, como la *Giardia lamblia*, la *Entamoeba histolytica* y una serie de protozoos parásitos, que se multiplican por esporas, como los géneros *Cryptosporidium parvum*, *Sarcocystis*, y *Toxoplasma gondii*.

Las costumbres y hábitos alimentarios son de gran importancia en la frecuencia y distribución de enfermedades producidas por parásitos.

Las micotoxinas, son metabolitos tóxicos elaborados por mohos que colonizan los alimentos. Cuando éstos se ingieren, si la sustancia tóxica se presenta en cantidad suficiente, origina intoxicación con lesiones importantes.

La mayoría de las micotoxinas son productos del metabolismo secundario del moho infectante. Entre las principales micotoxinas se encuentran la ergotamina producida por el hongo *Claviceps purpúrea*, que parasita las gramíneas especialmente el centeno, las aflatoxinas producidas por dos especies de mohos: *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* que parasita al cacahuete, maíz, almendra, avellana y coco; la patulina producida por diversos mohos especialmente, *Aspergillus clavatus*, que parasita granos, *Penicillium expansum* agente de podredumbre de las frutas, sobre todo de manzanas y *Byssoschlamys nivea* y *Byssoschlamys fulva*, que está presente como forma imperfecta *Paecilomyces* en zumos de frutas.

Las ocratoxinas son producidas por *Penicillium verrucosum* y diversas especies de *Aspergillus*, habituales en el maíz y forrajes secos, que provocan intoxicaciones caracterizadas por manifestaciones hemorrágicas y diarreicas. Existen bajo la denominación de tricotecenos un grupo de más de ochenta micotoxinas responsables de intoxicaciones en animales y humanos.<sup>12-17</sup>

Las ratas y vectores, moscas cucarachas y otros, desempeñan un papel importante en la contaminación. Transmiten enfermedades a través de la orina, heces, o saliva, al posarse sobre los productos alimenticios.

La contaminación biológica se origina además, por manipuladores de alimentos, que pueden albergar patógenos en su organismo, los cuales se multiplican y alcanzan una dosis infectante; por hábitos inadecuados de higiene personal, o prácticas higiénicas erróneas en la manipulación, producción y servido de alimentos.

El ser humano es un eslabón más en la cadena contaminante. La diseminación de una persona a otra por vía fecal-oral es la más habitual y generalmente es causa asociado a brotes de enfermedad alimentaria.

Los edificios e instalaciones que no cumplen con las normas mínimas de saneamiento, quipos y utensilios contaminados, disposición inadecuada de basuras, sistemas ineficientes de control de insectos, roedores y en general la higiene y desinfección deficiente, constituyen factores que causan enfermedad a partir de alimentos.<sup>11,12</sup>

## FACTORES QUE INFLUENCIAN EL CRECIMIENTO BACTERIANO EN LOS ALIMENTOS

Existen factores de proliferación o crecimiento bacteriano, relacionados con las características y propiedades físico-químicas del alimento denominado intrínseco y extrínseco, que guardan relación con el medio ambiente, temperatura de procesamiento, humedad relativa y gases.

### FACTORES INTRÍNSECOS

Los microorganismos necesitan agua, carbono, nitrógeno, sales minerales, vitaminas, eventualmente oxígeno y son capaces de utilizar los alimentos para conseguir sus elementos esenciales, porque los alimentos contienen los nutrientes necesarios para el desarrollo de los microorganismos, sin embargo las diferencias de composición ejercen un efecto selectivo sobre su biota microbiana. Las bacterias tienen necesidades alimenticias definidas, se diferencian según la fuente energética que puedan utilizar.

Las bacterias coliformes y las especies de *Clostridium*, suelen ser quimiorganotrófos y utilizan gran variedad de hidratos de carbono; muchas especies de *Pseudomonas* usan compuestos carbonados distintos como ácidos orgánicos y sus sales, alcoholes y ésteres, algunas hidrolizan carbohidratos complejos; de la misma forma otras pueden satisfacerse con compuestos nitrogenados sencillos como amoníaco y nitratos o complejos como proteínas y aminoácidos.<sup>16</sup>

Las bacterias varían también en sus necesidades vitamínicas o de factores suplementarios de crecimiento.

### CONCENTRACION DE HIDROGENIONES

El medio en que se desarrolla un microorganismo tiene gran influencia en la estabilidad de macromoléculas, como enzimas o proteínas, o en iones entre otros y por ello, no es de extrañar que el crecimiento y metabolismo de los gérmenes estén determinados por el pH del alimento.

La acidez o alcalinidad de una sustancia se mide según la escala de pH, símbolo que hace referencia a la concentración del ión hidrógeno. Un pH de 7 es neutro (ejemplo el agua potable), inferior a 7 es ácido y uno superior es alcalino.

La concentración de hidrogeniones de termina la clase de bacteria que crece en un alimento y los cambios que originan en él. Cada organismo tiene un pH de crecimiento óptimo, mínimo y máximo, (Ver tabla 1).

El pH de un alimento es uno de los principales factores que determinan la supervivencia y multiplicación de los microorganismos durante la preparación, almacenamiento y distribución.<sup>9,16,17</sup> La mayoría de las bacterias crecen bien a un rango de pH de 4.5 a 9, y tienen óptimo crecimiento entre 6.5 y 7.5, es la razón por la cual los alimentos de origen animal, carnes, pescados; son los responsables de la mayoría de brotes e intoxicaciones alimentarias, (Ver tabla 2).

### POTENCIAL ÓXIDO - REDUCCIÓN

El potencial redox, tiene un efecto fundamental sobre la microbiota de un alimento, porque el crecimiento bacteriano se puede producir dentro de un amplio margen de potencial redox, los microorganismos se suelen encuadrar dentro de un intervalo de ese potencial,

**Tabla 1.** Límites de pH que permiten la multiplicación de microorganismos

Microorganismos	pH mínimo	pH máximo
Bacterias Gram Negativas	4.4	9.0
Escherichia Coli	4.4	9.2
Proteus vulgaris	4.4	9.2
Pseudomona aeruginosa	5.6	8.0
Salmonella paratyphi	4.5	7.8
Samonella typhi	4.0	9.6
Vibrio parahaemolíticus	4.8	11.0
Bacterias Gram Positivas		
B Cereus	4.9	9.3
B subtilis	4.5	8.5
Clostridium Botulinum	4.7	8.5
C. sporogenes	5.0	9.0
Enterococcus spp	4.8	10.6
Lactobacillus sp	3.8	7.2
Listeria monocytogenes	4.0	9.0
Micrococcus spp	5.6	8.1
Staphylococcus aureus	4.0	9.8
Streptococcus lactis	4.3	9.2
Streptococcus pyogenes	6.3	9.2
Levaduras		
Candida psudotropicalis	2.3	8.8
Hansenula canadensis	2.1	8.6
Saccaromyces spp	2.1	9.0
Schiziasaccharomyces octosporus	5.4	7.0
Hongos		
Aspergillus oryzae	1.6	9.3
Penicillium italicu	1.9	9.3
Penicillium variable	1.6	11.1
Fusarium oxysporum	1.8	11.1
Phycomices blakesleeau	3.0	7.5

Tomado de: Arenas H A. Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control. En: Enfermedades transmitidas por alimentos. 1° ed. Santa Fé de Bogotá Trazo Ltda. 1997:50

dentro del cual son capaces de crecer. Es decir, el potencial redox, indica las reacciones de óxido reducción, que se necesita en el metabolismo microbiano en base a la presencia o ausencia de oxígeno.

Los microorganismos aerobios necesitan valores redox positivos para crecer y los anaerobios frecuentemente requieren valores redox negativos.

Ello explica porqué hay bacterias que sólo pueden proliferar en presencia de oxígeno, aerobias, mientras que otras proliferan en ausencia de éste, las anaeróbicas y las anaerobias facultativas, que crecen con o sin oxígeno. Las microaerófilas necesitan una cantidad definida pero pequeña de oxígeno libre.

### ACTIVIDAD DEL AGUA

Los microorganismos requieren la presencia de agua, en una forma disponible, para que puedan crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas.

**Tabla 2.** Valores de pH por grupos de alimentos

Alimentos	pH
<b>Carnes</b>	
Carne de res	5.1-5.6
Pollo	6.2-6.4
Pescado	6.6-6.8
Moluscos	4.8-6.3
Crustáceos	6.8-7.0
Jamón	5.9-6.1
Atún	5.2-6.1
<b>Productos lácteos</b>	
Leche	6.3-6.5
Mantequilla	6.1-6.4
Queso	4.9-5.9
<b>Frutas</b>	
Manzanas	2.9-3.3
Naranjas	3.6-4.3
Ciruelas	2.8-4.6
<b>Verduras</b>	
Maíz tierno	7.3
Ruibarbo	3.1-3.4
Espinaca	5.5-5.6
<b>Leguminosas</b>	
Alverjas	4.6-5.5
Fríjoles	5.4-6.5
Soya	6.0-6.5
<b>Grasas</b>	
Mayonesa	4.8-5.2
Salsa de tomate	4.5-5.2

FUENTE: Tomado de: Arenas H A. Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control. En: Enfermedades transmitidas por alimentos. 1° ed. Santa Fé de Bogotá Trazo Ltda. 1997:5

La mayoría de las bacterias crecen bien en sus medios con una actividad de agua ( $a_w$ ) próxima a la unidad (por ejemplo de 0.995 a 0.998).

La  $a_w$  óptima y el límite más bajo de ello que permite el crecimiento, varía con la bacteria, así como con el nutriente, temperatura, pH, presencia de oxígeno, anhídrido carbónico y de inhibidores, siendo menor para las bacterias que crecen en concentraciones altas de azúcar (sacarófilas) o sal (halófilas).

Los límites o niveles de actividad acuosa para el crecimiento de hongos, levaduras y algunas bacterias favorece multiplicación de microorganismo a temperatura óptimas (ver tabla 3), así como la influencia de la  $a_w$  en la biota microbiana de los alimentos,<sup>18-20</sup> (ver tabla 4).

### FACTORES EXTRINSECOS

Son aquellos que se relacionan con todo lo que rodea el alimento o sus procesos, algunos de los mas importantes son:

**Tabla 3.** Niveles mínimos de actividad acuosa  $a_w$  que favorece la multiplicación de microorganismos a temperaturas óptimas

HONGOS	$a_w$	LEVADURAS	$a_w$
Alternaria Citri	0.84	Debaryomyces hansenii	0.83
Aspergillus candidus	0.75	Saccaromyces bailii	0.80
A. flavus	0.78	S.cerevisiae	0.90
A. flumigatus	0.82	S. roulsi	0.62
A. Níger	0.77	<b>BACTERIAS</b>	
A. ochraceus	0.77	B.cereus	0.95
Botrytis cinerea	0.78	B.stearothermopilus	0.93
Chrysosporidium			
Fastidium	0.69	B subtilis	0.90
Erotum chevalieri	0.71	Cl Botulinum tipo A	0.95
E repens	0.71	Cl Botulinum tipo B	0.94
Penicillium citrinum	0.80	Cl Botulinum Tipo C	0.97
P. cycloplum	0.81	Cl perfringes	0.95
P expansam	0.83	Enterobacter aerógenes	0.94
P. islandicum	0.83	Escherichia Coli	0.95
P. patalum	0.81	Halobacterium halobium	0.75
P. viridicatum	0.81	Lactobacillus viridescens	0.95
Rhizopus nigricans	0.93	L. plantarum	0.94
Rhizoctonia solani	0.96	Listeria monocitógenes	0.90
Waltemia sebi	0.75	Pseudomonas fragi	0.97
		Salmonella spp	0.95
		Staphylococcus aureus	0.86
		Vibrio parahaemolyticus	0.94
		Vibrio cholerae	0.95

FUENTE: Tomado de : Arenas H A. Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control. En: Enfermedades transmitidas por alimentos. 1° ed. Santa Fé de Bogotá Trazo Ltda. 1997:45

**Tabla 4.** Influencia del  $a_w$  en la flora microbiana de los alimentos.

$a_w$	ALIMENTOS	MICROORGANISMOS
Mayor a 0.98	Carnes, pescados, verduras y leches	Se multiplican la mayoría de gérmenes que alteran los alimentos y todos los patógenos transmitidos por alimentos.
0.98-0.93	Leche evaporada, pan, embutidos cocidos	Se multiplican las enterobacteriáceas, incluyendo la <i>Salmonella</i> la flora de alteración y con frecuencia bacterias ácido lácticas.
0.93-0.85	Carne bovina seca, leche condensada edulcorada	Se multiplican <i>staphylococcus aureus</i> y muchos hongos productores de micotoxinas. Las levaduras y hongos son microorganismos primarios de alteración.
0.85-0.60	Harinas, cereales y frutos secos	No se multiplican bacterias patógenas. La alteración es por microorganismos xerófilos, osmófilos y halófilos.
Inferior a 0.60	Confites, pastas, biscochos, leche y huevos en polvo	No se multiplican los microorganismos, sin embargo pueden seguir siendo viables por mucho tiempo.

FUENTE: Tomado de: Moreno B, Diez V, García I, Menes L M, Gutierrez P J, et al., "Microorganismos de los alimentos". Técnicas de análisis microbiológicos. En: Bacterias productoras de enfermedades transmitidas por los alimentos. 2°ed. España Acribia. 1983:3-89

### HUMEDAD RELATIVA

las condiciones ambientales de humedad y temperatura tienen un importante efecto sobre la supervivencia y crecimiento de los microorganismos.

La HR, representa la proporción de vapor de agua, existente en un volumen admosferico dado, en relacion con la cantidad que se necesita para obtener la saturación. Es un factor a considerar, ya que la  $a_w$  del alimento y la HR del ambiente al que está expuesto, siendo la HR, esencialmente, una medida de  $a_w$  en fase gaseosa. Así por ejemplo un alimento de baja  $a_w$  almacenado a una temperatura con una HR alta, tiende a establecer un equilibrio y el agua de la fase gaseosa pasael alimento. El proceso puede ser muy lento, pero es posible que se generen zonas superficiales de condensación de agua en la que prosperen gérmenes que hasta ese momento estaban en estado latente.

A su vez, la actividad metabólica y respiratoria de estos gérmenes pueden generar una mayor actividad del agua ( $a_w$ ) en el medio ambiente próximo, favoreciendo el crecimiento de otras especies.

**Tabla 5.** Temperaturas básicas para algunos microorganismos.

Grupo	Temperatura en °C		
	Mínima	Optima	Máxima
Termófilos	40-45	55-75	60-90
Termótrofos	15-20	30-40	45-50
Mesófilos	5-15	30-40	40-47
Psicrófilos	-5 a + 5	12 a 15	15 a 20
Psicrótrofos	-5 a +5	25 a 30	30 a 35

Tomado de: Larrañaga I. Control e higiene de los alimentos. En: Variables significativas en microbiología alimentaria. Madrid, Mc Graw Hill. 1999:74.

La humedad relativa es muy sensible a la temperatura, con temperaturas altas tiende a disminuir y con temperaturas bajas tiende a aumentar potenciando los fenómenos de condensación. Estos fenómenos son especialmente aprovechados por mohos y levaduras, por tanto la conservación de los alimentos secos debe hacerse en ambientes con una humedad relativa baja.<sup>20,21</sup>

### TEMPERATURA

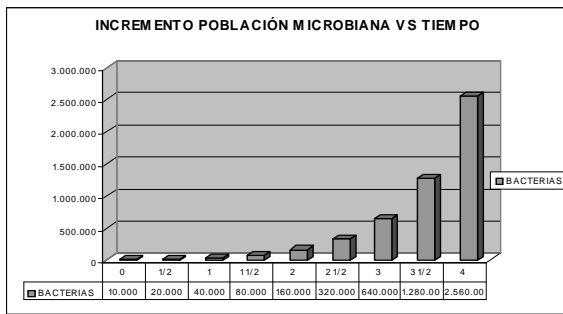
La temperatura es otro de los factores ambientales que más influyen en el crecimiento de los microorganismos y por consiguiente puede provocar el deterioro de un alimento.

Los efectos de la temperatura sobre el crecimiento de los microorganismos se debe, por una parte, a las modificaciones que causa en el estado físico del agua en un medio y por ello a su mayor o menor disponibilidad para el germen, así mismo influye en la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas e igualmente puede ejercer una acción diferencial sobre diversas rutas metabólicas y producir cambios de tamaño celular, secreción de toxinas, formación de moléculas, etc.

Las bacterias, las levaduras, los mohos y en general, los microorganismos que pueden afectar los alimentos, tienen una temperatura óptima a la cual sus funciones metabólicas y su capacidad de crecimiento presentan un rendimiento máximo, (ver tabla N°5).<sup>20,21</sup>

De esta forma se encuentran los termófilos, microorganismos capaces de proliferar a altas temperaturas, con óptimas que oscilan entre 35°C y 75°C, tienen una tasa de crecimiento alta pero muy corta.

Se pueden encontrar tanto en el aire, en el suelo y en los alimentos, siendo los principales géneros bacterianos: *Bacillus* y *Clostridium*; entre los mohos, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Thamndium*.



**Figura 1.** Incremento población microbiana vs tiempo y número de bacterias. Tomada de Hobbs B C. Higiene y toxicología de alimentos. 3ªed. Zaragoza. Acribia 1997: 478.

Dentro de los microorganismos termófilos, es posible incluir a los termótrofos, que son mesófilos, que se pueden desarrollar a temperaturas elevadas, como ocurre con las bacterias lácticas, por ejemplo, *Streptococcus thermophilus* o *Lactobacillus bulgaricus* que se multiplican a 45°C o bacterias fecales, como *Streptococcus faecalis*, que lo hace a 50°C.

En los mesófilos se encuentran los microorganismos capaces de desarrollarse a temperaturas entre 15°C y 40°C con una óptima de 30°C a 40°C, aunque la mayoría de ellos o los más importantes lo hacen a 37°C. Se encuentran en alimentos que están a temperatura ambiente o refrigerados en los que se ha roto la cadena de frío. Es el grupo más importante de microorganismos, pues comprende la mayoría de las especies patógenas para los seres humanos y los animales, así como una gran parte de las especies saprofitas.

Las bacterias que crecen bien a temperaturas bajas, se desarrollan bien desde los 0°C; siendo su temperatura óptima la que oscila entre 12°C y 15°C; dentro de este grupo existe un subgrupo, el de los psicrótrofos, se trata de microorganismos que, por sus temperaturas de crecimiento, se asemejan más a los mesófilos; su temperatura óptima está entre 35°C y 40°C, aunque se pueden desarrollar a temperaturas próximas a 0°C.<sup>16,18-21</sup>

Pequeñas diferencias de temperatura a la que se mantienen los alimentos, pueden dar lugar al desarrollo de diversos microorganismos y por consiguiente generar alteraciones en los alimentos. Las especies, que causan enfermedad e infección en el hombre proliferan sobre todo a la temperatura del cuerpo humano (37°C).

Un aspecto ampliamente relacionado con la temperatura es el relacionado con el tiempo de generación porque cuando una bacteria se encuentra

a temperaturas adecuadas en períodos prolongados de tiempo puede empezar a reproducirse, dividiéndose en dos células idénticas, por consiguiente una sola célula puede transformarse en más de diecisiete millones en un período de ocho horas y en mil millones al cabo de 10 horas, produciendo modificaciones y deterioro en el alimento, (Ver figura 1).<sup>13,18-21</sup>

Todos estos factores interactúan entre sí, por lo que es necesario considerar su acción global y acoplada a la acción de los propios microorganismos.

Durante el crecimiento y la proliferación de los microorganismos cambia la composición del alimento en el aspecto físico-químico.

La actividad metabólica de los gérmenes también modifica el contenido de los nutrientes.

## CONCLUSIONES

- El conocimiento de los factores asociados a la contaminación microbiológica de los alimentos, de los factores intrínsecos y extrínsecos que favorecen la supervivencia y multiplicación de los microorganismos, el riesgo que representan las enfermedades de transmisión alimentaria para los sistemas sanitarios, así como la repercusión en la productividad económica, dejan entrever que el cuidado del alimento es responsabilidad de todos los involucrados en la cadena alimentaria.
- El programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, con la comisión mixta del Códex alimentarius, ha propuesto un enfoque intersectorial conjunto, basado en la cooperación entre los gobiernos, industria alimentaria y consumidores, ha fomentado el concepto de análisis de riesgos como marco para la elaboración de una política pública respecto a la inocuidad del suministro de alimentos para que los países las adopten y hagan cumplir mediante disposiciones y leyes.<sup>21</sup> Colombia cuenta con una legislación sanitaria, el Decreto 3075 de diciembre de 1.997 del Ministerio de Salud.<sup>22</sup>
- El primer nivel de atención en salud, debe responsabilizarse de notificar las enfermedades de origen alimentario, identificar su etiología, desarrollar programas encaminados a la prevención de dichas enfermedades, velar por el saneamiento básico y la salubridad de los lugares destinados a la producción y distribución de alimentos.<sup>23,25</sup>



- Propiciar el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias que apunten a identificar comportamientos y prácticas relacionadas con las enfermedades de origen alimentario.
  - Las autoridades sanitarias, deben dar prioridad a actividades preventivas y al control de riesgos relacionados con la inocuidad de los alimentos, exigir a la industria alimentaria, establecimientos, comercio formal e informal de alimentos, la implementación del denominado sistema HACPP (Hazard Analysis Critical Control Points) cuya traducción es “análisis de riesgos e identificación de control de puntos críticos”.<sup>26</sup>
  - Así mismo el aseguramiento de la calidad microbiológica debe delegarse en inspectores capacitados en análisis de riesgos y puntos críticos de control, que conozcan las enfermedades que originan los alimentos y sus implicaciones, apoyados por una red de laboratorios, que faciliten el procesamiento y análisis de las muestras tomadas en las visitas de inspección a manipuladores, alimentos, utensilios, equipos, superficies de trabajo.
  - Desarrollar programas de educación sanitaria a diferentes sectores de la población: gerentes de empresas de alimentos, expendios de comidas rápidas, vendedores ambulantes de alimentos, en general a quienes manipulan alimentos y a los consumidores, con miras a tener una población adiestrada, informada y consciente de la importancia que reviste el cuidado higiénico de los alimentos y la aplicación de prácticas correctas en su manejo.<sup>27,28</sup>
  - Es fundamental que los consumidores asuman un papel de veeduría en el control y mejoramiento de la calidad de los alimentos y exijan alimentos salubres. Solo así lograremos la finalidad de la OMS de alcanzar para todos los pueblos el más alto grado de salud y un importante requisito, es disponer de alimentos inocuos y seguros.<sup>4,5,28</sup>
4. Blomberg B. ¿Son de verdad inocuos los alimentos? Salud Mundial. 1983;16-18
  5. Jurgen H. Microorganismos de los alimentos En: Introducción e higiene de los alimentos 1°ed. Zaragoza. Acribia, 1981;9-66
  6. OMS. 109ª Reunión de Consejo ejecutivo. Inocuidad de los alimentos y salud. 2001;4
  7. OMS. Inocuidad de los alimentos. Informe de la Directora General. 1999;10
  8. FAO. Taller subregional sobre gestión del codex y programación de actividades del proyecto TCP/RLA/0065. El codex alimentarius y su importancia para la salud pública, Santo Domingo, 2002
  9. Carrera JA, Torres AC, Lengomín ME. Vigilancia de staphylococcus y salmonella en alimentos. Alimentación Nutrición, 1998,16-19
  10. Bécquer A, Leyva V, Lara O C, De la garza. Staphylococcus Aureus, actividad termonucleasa y enterotoxina de alimentos. Alimentación nutrición, 1997;11: 89-93
  11. Quevedo F. “Nuevos procedimientos para el control higiénico de los alimentos”. Conferencia interamericana sobre toxiinfecciones de origen alimentario. Guatemala. 1974; 11:9 -123
  12. Guatire L, Richardson S, Hubert B. Salmonella Enteritidis, Infection in France and the United States. AmJ Public Health. 1993;1694-1700
  13. Puerta H. “Programa de protección de alimentos en servicios de alimentación masivos”. Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública, 1990;28
  14. Moreno B, Diez V, García I, Menes LM, Gutierrez P J, et al., Bacterias productoras de enfermedades transmitidas por los alimentos. En: “Microorganismos de los alimentos”. Técnicas de análisis microbiológicos. 2°ed. España Acribia. 1983;3-89
  15. Jacob M. Bacterias. En: Manipulación correcta de alimentos. Guía para gerentes de establecimientos de alimentación. Ginebra Organización Mundial de la salud. 1990;9-121
  16. Frazier W C. Microorganismos importantes en la microbiología de alimentos En: Microbiología de los alimentos. 2° ed. España: Acribia, 1976;8-74
  17. Lindler E. Toxicología de alimentos. Intoxicaciones alimenticias a causa de la preparación inadecuada o alteración de los alimentos España Acribia, 1984;83-102.
  18. Hobbs B, Roberts D. Higiene y toxicología de alimentos. 3°ed. España Acribia. 1997;478
  19. Alker T S Microbiología. 1°ed. México, Mc Graw Hill. 1999;2-40

## REFERENCIAS

1. De Venter, T.V. Emerging food-borne diseases: a global responsibility. Food Nutrition and agriculture 2000;26
2. Loaharanu, P. Creciente demanda de alimentos inocuos. Boletín del OIEA. 2001;43
3. Secretaría Distrital de Salud de Santafé de Bogotá. Protocolo de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por los alimentos. Santa fe de Bogota. 1994;25

20. Gutierrez V J. Microorganismos. 3° ed. Washington: Organización de estados americanos. 1981;79
21. Cervera P, Clapes J, Rigolfas R. Higiene alimentaria En: Alimentación y dietoterapia. Madrid, Interamericana. Mc Graw Hill, 1988;207-218
22. Actividades de la OMS en materia de protección de alimentos. Crónicas de la OMS, 1979; 33:50-54
23. Larañaga I. Variables significativas en microbiología alimentaria. En: Control e higiene de los alimentos. Madrid, Mc Graw Hill. 1999;13-162
24. Arenas H A. Enfermedades transmitidas por alimentos. En: Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control. 1°ed. Santa Fé de Bogotá Trazo Ltda. 1997;1-163
25. Ministerio de Salud Decreto N° 3075 de diciembre de 1997;25
26. OPS. "Higiene de los establecimientos abastecedores de alimentos". Bol of Sanit Panam. Washington. 1980;446-461
27. FAO/OMS. "Código de prácticas de higiene para los alimentos precocinados y cocinados utilizados en los servicios de alimentación para colectividades". Comisión del codex alimentarius. 1993;20
28. Abdussalam M, Kaferstein F K. Inocuidad de los alimentos en la atención primaria de salud Foro mundial de la salud. 1994;430-436