

CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Q. F. Lucia Beltrán

BELTRAN - ZUNINO - Asesoramientos y
Análisis Microbiológicos

Cuando se hace referencia a la calidad microbiológica de un producto alimenticio deben considerarse 2 aspectos: su inocuidad desde el punto de vista sanitario y su estabilidad. Dicha calidad microbiológica puede verse comprometida por la presencia de microorganismos patógenos y/o sus metabolitos en niveles capaces de ocasionar trastornos en el consumidor o por la activa multiplicación de microorganismos alterantes presentes. Excepto en el caso de aquellos microorganismos de dosis infectivas mínimas muy bajas (número de células capaz de provocar síntomas en individuos sanos) como *Shigella* entre otros, las intoxicaciones e infecciones alimentarias, así como la alteración de los alimentos antes de la vida útil estimada, se encuentran asociados a un doble fallo: contaminación y multiplicación. Por lo tanto, para obtener alimentos de calidad microbiológica apropiada es necesario conocer y controlar las vías de acceso de los microorganismos (fuentes y puntos específicos de contaminación) y los factores que afectarán su desarrollo (posibilidades de supervivencia y multiplicación).

1. FUENTES DE CONTAMINACION

La llegada de los microorganismos al producto puede tener lugar a través de distintas vías a lo largo de las sucesivas etapas de elaboración

entre las que distinguimos (figura 1):

1.1. MATERIAS PRIMAS

Cada una de las materias primas utilizadas en la fabricación de un producto determinado tendrá su microflora característica dependiente de su naturaleza y de la responsabilidad con que fue obtenida y transportada hasta la fábrica. Esta carga microbiana inicial podrá verse modificada en función del tiempo y las condiciones en que se almacena hasta el momento de su uso.

La incidencia de la calidad microbiológica de las materias primas en la calidad final dependerá del proceso a que sean sometidas y del alimento a elaborar. En algunos casos, la seguridad desde el punto de vista sanitario depende fundamentalmente de la selección de la materia prima.

Esto es particularmente cierto en la elaboración de productos que no van a ser sometidos a ningún tratamiento que pueda conducir a la eliminación de microorganismos indeseables (ejemplo: mezclas secas reconstituídas sin cocción antes de su consumo). También la estabilidad puede depender del control de la contaminación inicial (ejemplo: control del nivel de esporulados termófilos en los ingredientes destinados a enlatados de baja acidez). Por otro lado, materias primas de origen animal y vegetal suelen estar contaminadas con

microorganismos patógenos para el hombre por lo que el procesamiento deberá incluir alguna etapa que permita garantizar su inocuidad. Debe tenerse presente que el número de microorganismos que sobreviven a un proceso inactivante es dependiente del número inicial. La curva de muerte microbiana se comporta, desde el punto de vista cinético, como una reacción de 1º orden:

$$N_f = N_i \cdot e^{-kt}$$

donde N_f y N_i son el número de microorganismos finales e iniciales respectivamente, t el tiempo y k una constante característica del microorganismo y del proceso. El tiempo de procesamiento para lograr una determinada reducción será mayor cuanto mayor sea la carga inicial con los consecuentes inconvenientes en las cualidades sensoriales y nutricionales del alimento. Además, ciertos efectos de una mala calidad microbiológica no pueden subsanarse: algunas toxinas microbianas son muy termoestables (enterotoxina estafilocócica, micotoxinas, aminas vasopresoras) y algunas enzimas producidas por los microorganismos inactivados pueden provocar alteración.

Otro factor de gran importancia respecto al riesgo que implica la introducción en una fábrica de materias primas de mala calidad es la posibilidad de contaminaciones cruzadas de los productos finales y de las líneas de elaboración y envasado.

Por lo tanto, la selección y

control de las materias primas y su adecuado almacenamiento y procesamiento son de gran importancia para garantizar la calidad microbiológica de los productos que se elaboran.

1.2. PROCESAMIENTO Y ENVASADO

Los factores que tendrán incidencia como posibles fuentes de microorganismos ya sea directa o indirectamente en las distintas etapas del procesamiento y envasado son:

1.2.1. DISPONIBILIDADES

Comprende las características del edificio e instalaciones con especial énfasis en lo que respecta al diseño y materiales empleados en la construcción. Desde el punto de vista operacional y microbiológico, podemos distinguir 4 zonas en el entorno de la fábrica de nivel higiénico diferente: (fig. 2)

- zona 1: Entorno exterior. Está representado por el ambiente natural que rodea la fábrica y suele tener una carga microbiana elevada. Es importante, por lo tanto, evitar el ingreso de polvo, agua, etc. al interior.

- zona 2: Zonas interiores sin contacto directo con el producto. Incluye la zona de recepción de materiales y su microflora dependerá de la naturaleza de los mismos, de las características de la zona 1 y de los procedimientos de limpieza y desinfección aplicados.

- zona 3: Zonas interiores en el entorno inmediato de la línea de producción. Incluye paredes, pisos, techos, etc. del lugar donde transcurre la elaboración. La flora dependerá de la eficacia de su separación con las zonas anteriores y de los procesos de limpieza y desinfección.

- zona 4: superficies en contacto directo con el alimento. Incluye equipos, ambiente inmediato al

alimento y envases. Por su importancia como fuentes directas de contaminación se describirán independientemente más adelante.

El pasaje de microorganismos de una zona a otra puede tener lugar a través de vehículos o vectores: aire, agua, elevadores y mesas de ruedas, personal, insectos y roedores, cintas transportadoras, etc. La vigilancia de los vectores es un medio importante para preservar el nivel sanitario de las distintas áreas y en este sentido desempeñan un papel primordial el diseño de la fábrica y el diagrama de flujo de las operaciones. Estos factores, junto con la naturaleza de los materiales empleados en la construcción influirán en la eficacia de las medidas de limpieza y sanitización.

1.2.2. EQUIPOS

Los equipos: maquinarias,

ENZUR S.A.

Industrias Químicas y Bioquímicas

CUEROS

- * Purgas enzimáticas
- * Engrases naturales y sintéticos
- * Auxiliares humectantes y de tintura
- * Fungicidas

COSMETICA

- * Lauril etoxi sulfato de sodio y amonio
- * Lauril sulfato de sodio y trietanolamina

COLORANTES:

Textiles y Cueros

REPRESENTACIONES

Azara 3787
11400 Montevideo
Casilla de Correo 15221

TEXTIL

- * Antiespumantes
- * Suavizantes
- * Humectantes y Carriers
- * Enzimas para desencolado

LACTEA

- * Detergente microbicida
- * Colorantes naturales

Teléfono 56 40 30 - 57 54 32
58 66 44 - 58 94 83
Fax: 58 05 04

cintas transportadoras, utensilios, etc., forman parte de lo que denomináramos zona 4. Las características de diseño en la medida que determinan la existencia o no de lugares de difícil acceso para la limpieza, la naturaleza de los materiales, la aplicación de agentes específicos y el tiempo entre sucesivas limpiezas determinarán el riesgo de que transfieran microorganismos al producto. Los restos de alimentos acumulados constituyen un microambiente ideal para la supervivencia y multiplicación de microorganismos: los constituyentes proteicos proporcionan nutrientes e inactivan muchos productos con capacidad microbicida; las grasas de los alimentos forman una barrera protectora frente a detergentes y desinfectantes. La selección de detergentes acorde a la naturaleza de la suciedad a remover y la evaluación de la eficacia de los agentes sanitizantes a utilizar disminuyen la incidencia del riesgo mencionado.

1.2.3. AGUA

El agua es ampliamente utilizada en la industria alimentaria con distintos fines. Su efecto sobre la calidad microbiológica del producto es particularmente evidente cuando se emplea en la formulación o en el lavado de equipos, paredes, etc. En ambos casos sólo es admisible el uso de agua potable siendo necesario, en muchas oportunidades, ejercer un control sobre el contenido microbiano mediante cloración (en ciertos procesos en que la cloración no es aplicable puede ser necesario recurrir a la filtración, como por ejemplo en la industria de bebidas). Los parámetros microbiológicos establecidos para agua potable a ser controlados en forma rutinaria son los siguientes (Norma UNIT 833-90):

- Coliformes totales: 0/100 ml

- Coliformes fecales: 0/100 ml
- Recuento de heterotróficos: máximo 1.000 unidades formadoras de colonias/ml

Eventualmente puede ser conveniente completar el estudio microbiológico realizando análisis para *Pseudomonas aeruginosa* o búsqueda de ciertos patógenos específicos.

Dentro de la microflora que habitualmente se encuentra en el agua potable debemos considerar, en particular, la presencia de bacilos Gram negativos no fermentadores como los pertenecientes a los géneros *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, etc. Estos grupos bacterianos no tienen requerimientos nutricionales exigentes y en general son capaces de crecer a temperaturas relativamente bajas.

La calidad microbiológica del agua utilizada en procesos de intercambio de calor puede también afectar al alimento. Por ejemplo, en la industria conservera el agua de enfriamiento de las latas se clora habitualmente ya que, a medida que disminuye la temperatura y se hace vacío en el interior de la lata, aumenta la posibilidad de ingreso de microorganismos presentes en el agua a través de pequeños defectos en los cierres.

1.2.4. AMBIENTE

La calidad microbiológica del ambiente de cada una de las zonas mencionadas en 1.2.1 será diferente. El entorno que rodea al producto durante su elaboración hasta su envasado puede considerarse como una superficie en contacto directo con el alimento (zona 4).

Los microorganismos llegan a la atmósfera suspendidos en partículas de polvo, provenientes de la piel, las ropas o en gotas de saliva al hablar o toser. La carga microbiana se verá influenciada

por la naturaleza de los materiales que se manipulen, el número de personas en el área, el porcentaje de humedad relativa (si la Hr% es alta la carga será menor porque los microorganismos tienden a sedimentar con las gotas de humedad), la presencia de drenajes, especialmente si hay desbordes, el salpicado y formación de aerosoles durante el lavado de pisos, etc. El tamaño de las partículas a las que se adhieren, la Hr%, la presencia de corrientes causadas por los sistemas de ventilación y extracción y la actividad en el recinto determinan la velocidad con que los microorganismos sedimentan, cayendo, eventualmente, sobre el producto en elaboración.

La calidad microbiológica del ambiente es particularmente crítica cuando se realiza envasado aséptico y cuando grandes volúmenes de aire entran en contacto con el alimento como en el secado por spray y en ciertas fermentaciones. En estos casos es necesario reducir la carga ya sea por filtración o por desinfección química mediante el pasaje a través de cortinas de agua conteniendo agentes microbicidas. También es importante considerar la calidad microbiológica del aire cuando se emplean mecanismos neumáticos para el transporte de materiales de un punto a otro de la fábrica, especialmente, si no serán sometidos luego a ningún tratamiento que disminuya la carga microbiana antes del consumo.

1.2.5. ENVASES

El envase constituye una barrera para el acceso de microorganismos al producto por lo que su integridad debe estar asegurada. Sin embargo, si no se encuentra en condiciones apropiadas, puede constituir él mismo una fuente de contaminación. La microflora

dependerá de la composición y de las condiciones de almacenamiento. En muchos materiales se alcanzan temperaturas elevadas en el proceso de fabricación pero si en el almacenamiento no se cuidan los aspectos higiénicos, se contaminarán con esporas de hongos, Baciláceas, etc., como se evidencia frecuentemente en envases de vidrio. Por lo tanto, el cuidado en el traslado, estoqueo y el lavado y /o la limpieza (esterilización en el caso de llenado aséptico) de los envases en el momento de su uso, son medidas que tienden a evitar la transferencia de microorganismos hacia el alimento.

1.2.6. PERSONAL

El personal puede ser una fuente importante de contaminación, en particular de ciertos microorganismos específicos. Esta es especialmente crítica cuando tiene lugar luego de haber sido aplicados los tratamientos de eliminación microbiana diseñados (recontaminación) con microorganismos que puedan alcanzar los niveles necesarios para provocar trastornos en el consumidor, ya sea por intoxicación (*Staphylococcus aureus*) o por infección (*Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae*, etc.).

Es por lo tanto importante que el personal esté entrenado y conozca los peligros asociados con malos hábitos higiénicos (no lavarse las manos luego de ir al baño, rascarse la cabeza, toser o estornudar sobre el producto, etc.). Es conveniente el examen médico selectivamente orientado hacia aquellas personas que mayores posibilidades tengan de transferir microorganismos patógenos a los alimentos. Entre ellas se destacan:

- Las que padezcan o hayan padecido recientemente gastroenteritis, infecciones cutáneas por estafilococos o afecciones del aparato respiratorio.

- Las que pertenezcan a una comunidad o hayan regresado de zonas donde se hubieran registrado brotes de enfermedades transmitidas por alimentos.

- Las responsables de manipular alimentos destinados a una población especialmente susceptible (niños, ancianos, hospitalares, etc.).

1.3. ALMACENAMIENTO

El riesgo de acceso de microorganismos e insectos al producto a través del envase dependerá de las condiciones sanitarias de almacenamiento, de la presencia de fallas en los cierres y de la naturaleza del material de empaque.

Los materiales plásticos flexibles son generalmente susceptibles a la penetración de insectos a menos que se laminen con papel o aluminio. Las latas y envases de vidrio, por el contrario, proveen una excelente protección al producto.

El almacenamiento debe realizarse en condiciones sanitarias apropiadas de manera de evitar la presencia de roedores e insectos, en zonas perfectamente diferenciadas de los lugares de estoqueo de materias primas no procesadas.

2. FACTORES QUE AFECTAN LA SELECCION DE MICROORGANISMOS CAPACES DE COLONIZAR EL ALIMENTO.

No todos los microorganismos que llegan al producto a través de las distintas vías son capaces de sobrevivir y/o multiplicarse. Sólo unas pocas especies tendrán la capacidad fisiológica que les permita desarrollarse masivamente en las condiciones concretas que ofrece el alimento y el medio ambiente donde se encuentra. Los factores que van a afectar la naturaleza de la microflora capaz de colonizar el alimento pueden agruparse en 4 grupos:

bilpa s.a

NUESTRA LINEA DE PRODUCTOS

- * Mangueras Industriales y para el Agro
- * Terminales para prensar, reutilizables y flejados
- * Acoples rápidos para uso hidráulico, vapor, combustibles
- * Sellos mecánicos y Empaquetaduras para Bombas
- * Sellos hidráulicos: O'Ring, Polypak, Fluoropak
- * Juntas Industriales
- * Cintas transportadoras: Goma y tela, PVC y Especiales
- * Sistema de flejado "BAND-IT"
- * Equipos de lubricación y engrase
- * Válvulas, esclusa, globo, esféricas, extrachatas, de seguridad

NUESTROS SERVICIOS

- * MANGUERAS: Relevamiento - Diseño - Montaje
 - * CINTAS TRANSPORTADORAS:
 - Diseño del transportador
 - Empalmes - Reparaciones
 - * VALVULAS: Reacondicionamiento Integral
 - * SELLOS MECANICOS: Selección - Montaje
 - Reparación
 - * CILINDROS HIDRAULICOS: Repuestos
 - Reparación
- SANTA FE 1131 - Tels.: 20 72 11 - 29 23 43 - 29 95 71
Fax: 29 06 87 - Montevideo

2.1. PARAMETROS INTRINSECOS

Dependen de las propiedades físicas y la composición química del producto así como de algunas propiedades biológicas. Entre estas se incluye actividad de agua (a_w =cociente entre la presión de vapor de agua del alimento y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura), acidez y capacidad tampón, potencial redox, nutrientes, presencia de constituyentes naturales antimicrobianos o estructuras biológicas protectoras, etc.

2.2. EFECTO DEL PROCESAMIENTO

La aplicación de tratamientos tecnológicos para conseguir alimentos inocuos y de mayor vida útil tendrá un efecto marcado en la modificación de la microflora inicial. Los tratamientos habituales son los de tipo letal como la esterilización comercial y la pasterización (en otros países también la irradiación) o los que conducen a la remoción de los microorganismos como filtración y centrifugación. Cuando éstos no son aplicables se puede recurrir a una modificación en la composición del alimento variando convenientemente los parámetros intrínsecos mencionados (disminución de a_w por deshidratación o agregado de solutos, combinación adecuada de pH y sustancias antimicrobianas, etc.).

En el cuadro adjunto se observa cuáles son las alteraciones microbianas más frecuentes en función de las características del alimento y del tratamiento tecnológico a que haya sido sometido. (figura 3)

2.3. PARAMETROS EXTRINSECOS

Son los propios del ambiente donde se conserva o almacena el producto: temperatura, humedad y tensión de oxígeno. Cada uno

de estos parámetros ejercerá una gran influencia en la selección de los grupos microbianos capaces de desarrollarse. Así, a temperaturas de refrigeración prevalecerán los microorganismos psicrotóxicos, a temperatura ambiente los mesófilos y en las proximidades de los 50 °C los termofílicos. Por otro lado, la presión de vapor de agua del alimento mientras que la naturaleza de la atmósfera que lo rodea determinará que se favorezca la multiplicación de microorganismos aerobios, anaerobios facultativos o anaerobios estrictos. La permeabilidad al vapor de agua y a los gases de los materiales de empaque debe considerarse a los efectos de realizar una selección apropiada.

2.4. PARAMETROS IMPLICITOS

Las velocidades específicas de crecimiento de los distintos microorganismos y la posibilidad de antagonismo o sinergismo entre ellos determinan que pueda haber modificaciones importantes en las características de la microflora colonizante. El desarrollo de un cierto microorganismo puede modificar los parámetros intrínsecos del alimento (pH, disponibilidad de nutrientes, etc.) de tal forma que en las nuevas condiciones puedan desarrollarse grupos que hasta entonces se encontraban inhibidos (sinergismo) o a la inversa (antagonismo).

El análisis de los factores mencionados aplicados a la elaboración de cada alimento particular es fundamental cuando se piensa en la implantación de un sistema preventivo de calidad ya que es imprescindible para evaluar los riesgos de contaminación, supervivencia o multiplicación de microorganismos patógenos o alterantes y determinar su severidad y probabilidad de

ocurrencia a todo lo largo de la cadena alimentaria (desde la obtención de la materia prima hasta su consumo). Posteriormente podrán identificarse los puntos críticos de control, es decir, aquellas instancias del proceso sobre las que se puede ejercer control a través de uno o más factores por métodos físicos, químicos o microbiológicos de manera de minimizar o prevenir el riesgo. Si el proceso se desarrolla dentro de los límites establecidos para los parámetros seleccionados el riesgo será despreciable. Este nuevo enfoque que ha venido imponiéndose en la industria alimentaria moderna es el denominado Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPCC) o Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) como se conoce en inglés. Bajo esta perspectiva, el análisis microbiológico de muestras de productos finales es necesario no ya como método retrospectivo de garantizar la calidad sino como comprobación de la eficacia de las buenas prácticas de elaboración y distribución, bases sobre las cuales se construye la calidad en el producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS-

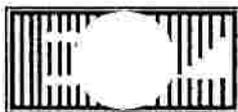
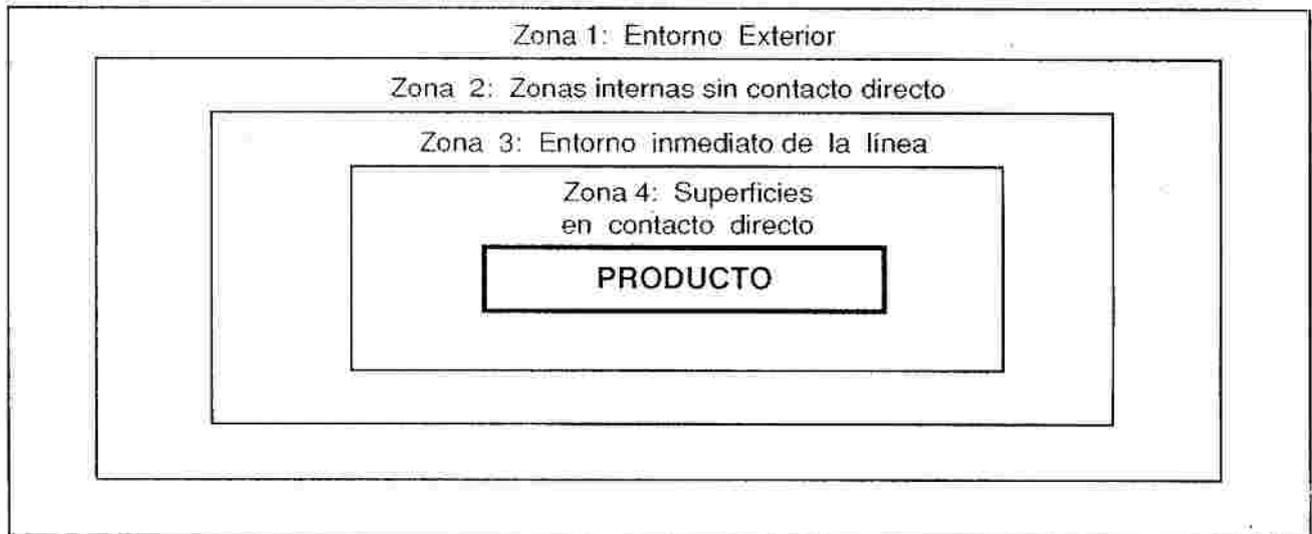
- Mossel, D.A.A., *Microbiología de los Alimentos*, 1981.
- Troller, J.A., *Sanitation in Food Processing*, 1983.
- Herschdoerfer, S.M., *Quality Control in the Food Industry*, vol. 1, 1984.
- National Research Council (S.M.C./C.F.P./F.N.B.), *An Evaluation of the Role of Microbiological Criteria for Foods and Food Ingredients*, 1985.
- Hugo, W.B., Russell, A.D., *Pharmaceutical Microbiology*, 4th. Ed., 1987.
- Bauman, H., *HACCP: Concept, Development, and Application*, Food Technology, May 1990.
- Stevenson, K.E., *Implementing HACCP in the Food Industry*, Food Technology, May 1990.
- Cox, L.J., *Curso: "Avances en Microbiología de los Alimentos"*, Buenos Aires, 1991.

FIGURA 1

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO:
FACTORES A CONSIDERAR**

ETAPA	FACTOR	RIESGO
MATERIAS PRIMAS	- Flora propia - Ambiente - Condiciones de Almacenamiento (temperatura, tiempo, Hr%, etc.)	- Contaminación - Multiplicación
PROCESAMIENTO	- Personal - Ambiente - Equipos - Utensillos - Agua	- Contaminación - Multiplicación - Supervivencia
ENVASADO	- Personal - Ambiente - Equipos - Envase	- Contaminación (Recontaminación) - Multiplicación
ALMACENAMIENTO	- Naturaleza del producto - Naturaleza e integridad del envase - Condiciones de almacenamiento: (tiempo, temperatura, Hr %, tensión de Oxígeno, presencia de roedores e insectos)	- Contaminación (Recontaminación) - Multiplicación

FIGURA 2



BELTRAN ZUNINO

ASESORAMIENTOS Y
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

PALMAR 2126

Tel. 48 49 54

ASOCIACIONES ALTERANTES DE LAS CLASES MAS IMPORTANTES DE ALIMENTOS

Características del alimento		Asociación												
pH	Valor de AV	tratamiento tecnológico con efecto microbicida	Ejemplos	Bacilos Gram -										
				No Ferm.	Ferm.	Catalasa +	Catalasa -	Cocos	Cocos	Lactobacillaceae	Bacillaceae	Mohos	Levaduras	
>4.5	>0.95	Ninguno	Carnes frescas, pescado, mariscos, carne de aves, huevos y ovoproductos	+++	+	+	+/-	0	0	0	0	+	+	0
>4.5	>0.95	Ninguno	Vegetales	+++	+/-	0	+/-	+/-	+	+	+	+	+	0
>4.5	<0.90	Ninguno	Cereales, legumbres	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+
<4.5	>0.95	Ninguno	Frutas	0	+/-	0	0	0	0	0	0	0	0	+
<4.5	>0.95	Ninguno	Frutas	+#	+/-	0	0	0	0	0	0	0	0	+/-
<4.5	>0.95	Ninguno	Mayonesa, salsas para ensaladas	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+
<4.5	>0.95	Ninguno	ensaladas de carne, pescado, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<4.5	~0.95	Fermentación	Prod. fermentados: Vegetales, carnes, pescado, productos lácteos	0	0	0	0	0	+++	+++	+++	0	0	++
>4.5	>0.95	Pasteurización	Lleche y helados	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+/-	+/-	++	0	0	0
>4.5	>0.95	Pasteurización	Embutidos cocidos, jamones enlatados	0	0	0	+/-	+	+	++	++	0	0	0
>4.5	>0.95	Al horno	pan, tartas	0	0	0	0	0	0	0	0	+	++	+/-
>4.5	<0.90	Estable	Vegetales desecados, legumbres, cereales y cacao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>4.5	<0.90	Ninguno	Marapán, rellenos de chocolate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
<4.5	<0.90	Desecado	Frutas desecadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++
~4.5	~0.96	Ninguno	Mantequillas y margarina saladas	0	0	0	+/-	+/-	0	0	0	0	0	+
>4.5	>0.95	Appertización #	Carnes, pescado, vegetales y leche envasados en recipientes herméticos	0	0	0	+/-	0	0	0	0	0	0	0
<4.5	>0.95	Pasteurización	Frutas y zumos envasados en recipientes herméticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+

Frecuencias: +++, casi de forma exclusiva; ++, dominante; +, significativo; +/-, de poca importancia u ocasional; 0, virtualmente de ninguna importancia.

* Grupo Pseudomonas/Acinetobacter/Alcaligenes, a menos que se indique otra cosa

Grupo Acetobacter/Gluconobacter.

Tratamiento térmico en envases herméticos, determinante de productos microbiológicamente estables a temperaturas por debajo de los 40°C.

FIGURA 3