

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)



ANÁLISIS Y RECOMENDACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA DE
REFRIGERACIÓN Y TEMPERATURA MÍNIMA DE MANTENIMIENTO EN
CALIENTE PARA ALIMENTOS LISTOS PARA SER CONSUMIDOS EN
COSTA RICA.

LAURA BRENES PERALTA

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN GERENCIA DE
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

San José, Costa Rica

Abril, 2011

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en (Nombre de la Maestría)

Máster Giannina Lavagni Bolaños
PROFESORA TUTORA

Máster Ana Cecilia Segreda Rodríguez
LECTORA

Lcda. Laura Brenes Peralta

DEDICATORIA

A mis papás, abuelos y a Ale.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores de la Universidad para la Cooperación Internacional especialmente a las profesoras Giannina Lavagni y Ana Cecilia Segreda por su guía y enseñanza, y al profesor Manuel Zeledón por su dedicación al proceso formativo de los estudiantes. Asimismo agradezco a mis compañeros que aunque a muchos no los conozco compartimos muchas experiencias y aprendí muchísimo de ellos. También agradezco a mis compañeros de trabajo por el apoyo durante esta maestría. Finalmente a mi familia incluyendo a Ale, don Joaquín y doña Sonia.

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE ABREVIATURAS	x
RESUMEN EJECUTIVO	xi
1. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática	4
1.3 Justificación del problema	4
1.4 Supuestos	5
1.5 Restricciones.....	5
1.6 Objetivo General	6
1.7 Objetivos Específicos	6
2. MARCO TEORICO	7
2.1 Tipos de Microorganismos	7
2.2 Parámetros extrínsecos e intrínsecos que afectan el crecimiento de los microorganismos.....	8
2.2.1 Parámetros Intrínsecos	9
2.2.1.1 pH.....	9
2.2.1.2 Contenido de humedad	10
2.2.1.3 Potencial óxido reducción.....	11
2.2.1.4 Contenido de nutrientes	12
2.2.1.5 Constituyentes antimicrobianos.....	13
2.2.1.6 Estructuras biológicas	14

2.2.2	Parámetros extrínsecos	14
2.2.2.1	Humedad relativa del ambiente de almacenamiento.....	14
2.2.2.2	Presencia y concentración de gases	15
2.2.2.3	Presencia y actividad de otros microorganismos.....	15
2.2.2.4	Temperatura de almacenamiento.....	16
2.2.3	Interrelación entre factores intrínsecos y extrínsecos	18
2.3	Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETAs) y sus principales causas.....	18
2.3.1	Tipos de enfermedades alimentarias	19
2.3.2	Principales microorganismos implicados en las ETAs	20
2.4	Alimentos Listos para ser Consumidos y Bacterias Patógenas asociadas.....	23
2.4.1	Alimentos Listos para ser Consumidos	23
2.4.2	Principales patógenos relacionados con Alimentos Listos para ser Consumidos	27
2.5	Normativas y Comercio Internacional.....	30
3.	MARCO METODOLOGICO	31
3.1	Fuentes de información.....	31
3.1.1	Fuente primaria	31
3.1.2	Fuente secundaria	31
3.1.3	Fuente terciaria	31
3.2	Técnicas de investigación	32
3.3	Métodos de investigación.....	32
4.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	34
4.1	Resumen de principales destinos de comercio de alimentos.....	34
4.1.1	Principales sectores de exportación e importación de Costa Rica hacia el mundo	34
4.1.1.1	Exportaciones	35
4.1.1.2	Importaciones.....	36

4.1.2	Sector Alimentario	37
4.1.2.1	Exportaciones	37
4.1.2.2	Importaciones.....	41
4.2	Microorganismos patógenos en ALC, valor máximo de temperatura de refrigeración y vida de anaquel de éstos en refrigeración.....	42
4.3	Microorganismos patógenos en ALC y temperatura de mantenimiento en caliente.....	48
4.4	Compendio de Legislaciones en Diferentes Países y Regiones en Relación con Temperaturas de Mantenimiento en Refrigeración y en Caliente.	53
5.	CONCLUSIONES	58
6.	RECOMENDACIONES	59
7.	BIBLIOGRAFIA	60
8.	ANEXOS	69
8.1	Anexo 1: Acta del Proyecto Final de Graduación	69
8.2	Anexo 2: Información estipuladas en legislaciones de varios países u organismos internacionales relacionada con la temperatura de refrigeración y temperatura de almacenamiento en caliente de los alimentos.	71
8.2.1	Costa Rica.....	71
8.2.2	Centroamérica.....	73
8.2.3	Nicaragua.....	73
8.2.4	México:.....	74
8.2.5	Estados Unidos de Norteamérica:.....	75
8.2.6	Canadá	78
8.2.7	Chile.....	79
8.2.8	Unión Europea	80
8.2.9	Reino Unido	83
8.2.10	Comisión del Codex Alimentarius	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución porcentual de los sectores de exportación de Costa Rica en el año 2011 de acuerdo a su participación en miles de dólares.....	35
Figura 2. Distribución porcentual de los sectores de exportación de Costa Rica en el año 2011 de acuerdo a su participación en miles de dólares.....	36
Figura 3. Exportaciones en toneladas por año desde Costa Rica hacia el mundo.	37
Figura 4. Principales 10 países o regiones de exportación en toneladas durante el 2011.....	40
Figura 5. Principales regiones de las cuales provienen las importaciones hacia Costa Rica.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de crecimiento para cuatro microorganismos patógenos psicrotrofos según varios estudios mencionados y recopilados por el Hospitality Institute of Technology and Management (2011).	44
Cuadro 2. Valores de crecimiento para cuatro microorganismos patógenos asociados con ETAs cuya causa se ha atribuido a mantenimiento inadecuado de alimentos en caliente, según varios estudios mencionados por Hospitality Institute of Technology and Management (2011).	49
Cuadro 3. Posibles combinaciones de tiempo y temperatura para un adecuado mantenimiento del alimento en caliente.	52
Cuadro 4. Compendio de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente para alimentos estipuladas en legislaciones de distintos países que tienen relación comercial con Costa Rica.	54

INDICE DE ABREVIATURAS

ALC: Alimentos listos para ser consumidos

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

CA: Centroamérica

ETAs: Enfermedades Transmitidas por los Alimentos

EU: Estados Unidos de Norteamérica

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FDA: siglas en inglés para la Administración de las Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S. Food and Drug Administration).

FSG: siglas en inglés para el Gobierno de Inocuidad de Alimentos (Food Safety Government)

HITM: siglas ingles para el Instituto de Tecnología y Manejo de la Hospitalidad (Hospitality Institute of Technology and Management)

NACMCF: siglas en inglés para el Comité Consultivo Nacional sobre Criterios Microbiológicos para los Alimentos de los Estados Unidos de Norteamérica (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods)

OMS: Organización Mundial de la Salud

OMC: Organización Mundial del Comercio

PFG: Proyecto Final de Graduación

PROCOMER: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica

TICs: Tecnologías de Información y Comunicación

UE: Unión Europea

UN: Naciones Unidas

USDA: siglas en inglés para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (United States Department of Agriculture)

WFS; siglas en inglés para el Mundo de la Ciencia de Alimentos (The World of Food Science)

RESUMEN EJECUTIVO

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAS) constituyen una realidad que afecta anualmente a millones de habitantes. Son ocasionadas por peligros físicos, químicos y biológicos, que a su vez, son estos últimos los considerados como los principales causantes de las ETAS. Para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos, causantes de peligros biológicos y químicos por la producción de toxinas, es necesaria la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) a lo largo de toda la cadena de producción de alimentos. Además, dentro de un programa de BPM, la temperatura de almacenamiento es un factor de gran importancia para el control de microorganismos patógenos, especialmente en alimentos listos para ser consumidos (ALC). Las entidades regulatorias nacionales tienen el deber de guiar a la población respecto a prácticas y controles para garantizar la inocuidad de los alimentos. Respecto a la temperatura de refrigeración y mantenimiento en caliente de los ALC, hasta el año 2011 existió en Costa Rica una carencia legal debido a que ninguna legislación alimentaria estipulaba valores de temperatura de refrigeración específicamente para este grupo de alimentos. Con respecto a la temperatura de mantenimiento en caliente para los ALC, el Reglamento de Ferias y Turnos estipula un valor superior en 5° C de acuerdo con lo recomendado por Codex Alimentarius. En Costa Rica recientemente se publicó la llamada “Propuesta para el Reglamento de Alimentación al Público”, que se refiere a una reestructuración de la reglamentación anterior llamada Decreto N° 19479-S Reglamento de los servicios de alimentación al público Artículo 57°. Esta propuesta incluye recomendaciones de valores de temperatura tanto para refrigeración como para mantenimiento en caliente de los alimentos que se exhiben al público en los servicios de alimentación. Ésta recomienda refrigerar los ALC que se deben mantener fríos a una temperatura máxima de 5° C y aquellos que se deben mantener calientes a una temperatura mínima de 60° C.

Con el objetivo de analizar y ofrecer una recomendación sobre los valores de temperatura de refrigeración y de mantenimiento en caliente para los ALC en Costa Rica, se llevó a cabo esta investigación tomando en cuenta la conveniencia de un valor u otro desde el punto de vista de inocuidad y comercio internacional. Para ello se analizó el fundamento teórico microbiológico que está detrás de la determinación del rango de valores de refrigeración y mantenimiento en caliente de los ALC. Además, se consideró el hecho de lo relevante que puede ser un valor u otro desde el punto de vista del comercio internacional analizando principalmente los rangos de temperatura de refrigeración y mantenimiento en caliente que estipulan legislaciones de algunos de los principales socios comerciales de Costa Rica.

La metodología que se utilizó para desarrollar este Proyecto Final de Graduación (PFG) consistió en una investigación documental de fuentes principalmente de internet y paralelamente se utilizó un método analítico sintético.

Al finalizar este PFG se concluyó que el *Clostridium perfringens* es el microorganismo de referencia de mayor importancia para la definición del valor mínimo de mantenimiento en caliente porque puede producir esporas que resisten el calor, ha sido tradicionalmente asociado con ETAs producidas por alimentos mantenidos en caliente y porque es el microorganismo cuyas células vegetativas requieren del menor tiempo de fase estacionaria para reproducirse a temperaturas altas alrededor de los 52° C grados. En el caso de la conservación en refrigeración de estos ALC, tanto el *C. perfringens*, *B. cereus*, *Yersinia enterocolitica* y *Listeria monocytogenes* son psicrotrofos y pueden crecer a temperaturas inferiores a los 5° C. No obstante según el Comité Asesor Nacional de Criterios Microbiológicos en Alimentos de los Estados Unidos de Norteamérica (NACCMCF por sus siglas en inglés) el mantener los alimentos a 5° C, permite mantener bajo control o en estado de latencia a estos microorganismos siempre y cuando se fije un tiempo máximo de vida de anaquel que para *L. monocytogenes*, que de los cuatro microorganismos es el que tiene el menor tiempo de latencia y por lo tanto el que la mayor probabilidad de proliferar, sería de 7 días.

Se concluyó también que en lo referente a la temperatura de refrigeración, 5° C es un valor aceptable desde el punto de vista de la inocuidad y del comercio internacional, pero se consideró que debería relacionarse este valor con control del tiempo de almacenamiento. Para ello conviene estipular un máximo de 7 días cuando el alimento se almacena a temperaturas inferiores a los 5° C y un máximo de cuatro horas cuando se almacena a valores superiores a los 5° C. En lo referente a la temperatura de mantenimiento en caliente de los alimentos listos para consumir, se concluye que 60° C es un valor aceptable desde el punto de vista de la inocuidad de éstos, porque brinda protección ante posible crecimiento de microorganismos patógenos, al igual que para el comercio internacional porque es similar a lo estipulado por la mayoría de las legislaciones de otros países de importancia económica para Costa Rica.

Se recomienda llevar a cabo un estudio sobre la capacidad de mantenimiento de las temperaturas en los refrigeradores de servicios de alimentación en Costa Rica, para determinar la capacidad real de cumplimiento de los valores estipulados en la legislación. Además, se recomienda estudiar la posibilidad de colocar en las etiquetas de los ALC indicaciones de almacenamiento de acuerdo con un tiempo y temperatura determinados según el tipo de alimento, y finalmente se considera importante considerar la posibilidad de que el alimento eventualmente pueda perder su valor nutricional si éste es mantenido a una temperatura de 60° C en lugar de 57° C, valor estipulado por NACCMCF como seguro.

1. INTRODUCCION

Para evitar la aparición de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs) se deben procesar los alimentos bajo estándares de higiene e inocuidad plasmados dentro de las llamadas Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Dentro de las BPM, la temperatura de almacenamiento de los alimentos es un factor de control importante en toda la cadena de producción de alimentos y especialmente en alimentos listos para ser consumidos (ALC). Las entidades gubernamentales están en el deber de proveer guía sobre los rangos de temperatura a los cuales se debe refrigerar y mantener en caliente los ALC especialmente en sodas y comedores. Existen diferencias importantes en los valores estipulados tanto en la legislación nacional con respecto a la internacional, y entre unos países y otros, que puede llevar no solo a una carencia de comprensión de la información, sino a una falta de homologación de normativas, a una desprotección del consumidor o a una aplicación excesiva de controles. En este trabajo final de graduación se busca contestar estas y otras preguntas, comprender el fundamento científico detrás de ellas y brindar una recomendación que permita dar una base de referencia para la legislación nacional.

1.1 Antecedentes

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAS) son una causa de muerte y enfermedad de gran importancia a nivel de salud pública. De acuerdo con Kopper (s.f.), solamente en el 2004, la OMS reportó alrededor de 2,2 millones de muertes por enfermedades diarreicas, uno de los principales síntomas de las ETAs.

Estas enfermedades son ocasionadas principalmente por los llamados peligros biológicos, químicos o físicos. De éstos, los biológicos son los que ocasionan la mayor cantidad de enfermedades y dentro de este grupo los que han cobrado

mayor importancia por su incidencia de enfermedades son las bacterias patógenas (MCGLYNN *et al.*, 2009).

De acuerdo con Díaz (2009), las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) “*son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad y su aptitud, y para evitar su adulteración*”. Estas prácticas deben estar presentes en todas las etapas de la cadena de producción de alimentos, desde las materias primas hasta el producto final. De no contar con BPM la temperatura de almacenamiento, así como cualquier otro factor de control, resultaría inefectivo para evitar la proliferación de microorganismos.

Ahora, la temperatura de almacenamiento, como parte de un programa de BPM, resulta de gran importancia para el control de bacterias patógenas, especialmente en alimentos listos para ser consumidos (ALC). Estos alimentos se caracterizan porque no poseen tratamientos adicionales al momento del consumo y por lo tanto no poseen alguna etapa adicional que elimine o disminuya bacterias patógenas. Aquellos ALC que tienen una acidez baja y una humedad alta son más propensos aún al crecimiento de microorganismos patógenos.

La llamada zona de temperatura de peligro es aquella en la cual los microorganismos se multiplican y crecen a mayor velocidad (USDA, 2011). Se dice que ésta se ubica aproximadamente entre los 4 °C y los 60 ° C, por lo que debe ser controlada de una forma muy estricta en lugares donde se venden alimentos refrigerados o en caliente y listos para el consumo.

Existe controversia en cuanto a la actividad de los microorganismos en este rango de temperaturas. Por ejemplo en lo referente a la temperatura de refrigeración,

algunos países manejan valores de 4 ° C como límite superior, mientras que otros manejan temperaturas que oscilan entre 7 ° C y 8 ° C como límite superior.

En Costa Rica no existía hasta el 2011 ninguna ley que brindara recomendación alguna sobre un valor máximo a cumplir. Con respecto a la temperatura de mantenimiento en caliente, en el país se manejaban valores de mantenimiento en caliente de 65 ° C (Decreto N° 19479-S Reglamento de los servicios de alimentación al público, en su artículo 57) mientras que el Codex Alimentarius estipula 60° C como límite máximo y hay estudios que mencionan valores de 57° C. Esta divergencia en valores de temperatura fue confirmada por Estrada (2006) en un estudio sobre valores de temperatura de refrigeración durante el transporte refrigerado de alimentos donde encuentra diferencias importantes entre países.

En el año 2011 surge un nuevo Reglamento que, a inicios del 2012 se encuentra en fase de consulta pública, llamado “Propuesta de Reglamento para los Servicios de Alimentación al público” (Primer Presidente en Ejercicio de la República de Costa Rica). Este pretende complementar la información aportada por las referencias anteriores y evidencia que hay otros entes o personas que también han detectado esta necesidad de definir el rango de temperatura de conservación para este tipo de alimentos a nivel nacional. Esta nueva propuesta define un valor superior de temperatura de refrigeración en 5° C y de 60 ° C como el valor superior para el mantenimiento de alimentos.

Por otro lado, el comercio dicta en la mayoría de los casos el ritmo de actualización de los sistemas de calidad e inocuidad. Los estándares surgen muchas veces a raíz de requerimientos comerciales de un socio, comprador o proveedor de materias primas o alimentos terminados ya sea nacional o internacional. En algunos casos estas normativas “comerciales” pueden ser más o menos permisivas que la legislación nacional y en otros casos puede existir una

falta de comprensión de estas legislaciones que podría llevar a controles excesivos que ocasionen un detrimento en la calidad del producto. Estas situaciones se observaron en la práctica a nivel profesional y constituyen el principalmente antecedente que motivó al planteamiento de este PFG.

1.2 Problemática

Hasta el año 2011, Costa Rica no tenía definido con claridad cual es el nivel de temperatura de refrigeración óptimo para conservar la inocuidad y calidad de los alimentos listos para consumir. Estos alimentos, al poseer generalmente una baja acidez y una alta humedad, pueden albergar microorganismos patógenos y por ende resulta una problemática importante el no tener claro cuales son los rangos de temperatura de almacenamiento que permitan una protección al consumidor y aseguren inocuidad. Por otro lado, una falta de armonización de legislaciones a nivel mundial puede conllevar a trabas en el comercio internacional y a una desprotección de los consumidores de unos países frente a otros.

1.3 Justificación del problema

Cuando se inició con el planteamiento de este tema no existía ninguna normativa que estipulara con claridad valores de temperatura requerida para conservar ALC en refrigeración y en caliente. Sin embargo, actualmente existe una propuesta para una actualización de la normativa nacional (Primer Presidente en Ejercicio de la República de Costa Rica y Ministerio de Salud de Costa Rica, 2011).

Lo que se pretende lograr con este Proyecto Final de Graduación (PFG) es poder darle un fundamento científico a la problemática analizada, con el fin de que se

pueda contar con una referencia precisa y reproducible que pueda ser utilizada tanto en el comercio local como en el internacional.

Los rangos de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente deben cumplir dos objetivos: el primero y el más importante es la protección de la salud del consumidor conservando la inocuidad y calidad del alimento, y el segundo consiste en no generar obstáculos tanto para el comercio internacional como para el comercio local.

1.4 Supuestos

El análisis de la información se llevó a cabo tomando como referencia estudios realizados por organismos confiables tales como FAO de IICA asumiéndose que la información presentada por estos organismos es veraz, confiable y reproducible.

1.5 Restricciones

La búsqueda de información se llevó a cabo con base en los recursos que brindan las tecnologías de información y comunicación (TICs) tales como lo es el internet, considerada actualmente una fuente de información viable para este tipo de investigaciones, pero que en ciertas ocasiones, puede presentar restricciones de acceso y/o información con un respaldo científico acreditado.

1.6 Objetivo General

Analizar y dar una recomendación sobre valores de temperatura de refrigeración y temperatura de mantenimiento en caliente para alimentos listos para ser consumidos en Costa Rica.

1.7 Objetivos Específicos

Brindar una recomendación para la armonización en la legislación nacional costarricense del valor máximo de refrigeración y mínimo de mantenimiento en caliente para alimentos listos para ser consumidos.

Determinar con base en el comercio internacional la conveniencia de elección de uno u otro valor de temperatura de refrigeración y de mantenimiento en caliente.

- Analizar las implicaciones en la proliferación de patógenos en las Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETAs) de acuerdo con la elección de valores de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente.
- Elaborar una matriz de valores de temperatura de refrigeración y de mantenimiento en caliente contenida en legislaciones a nivel internacional que sirva como parámetro de consulta para el gobierno, consumidores y empresarios.

2. MARCO TEORICO

Para facilitar la comprensión de la temática a abordar resulta de gran utilidad comprender conceptos básicos relacionados con microorganismos, los diferentes tipos que existen y su relación con la inocuidad de los alimentos. También es importante comprender los factores que potencian y controlan la proliferación de microorganismos especialmente las bacterias. Además se debe conocer sobre los distintos tipos de enfermedades de origen alimentario. Posteriormente, esta información se puede trasladar al estudio de los alimentos listos para ser consumidos y su relación con los microorganismos patógenos. Finalmente, resulta conveniente analizar la importancia de la armonización de normativas alimentarias a nivel internacional.

2.1 Tipos de Microorganismos

Dentro de los microorganismos de mayor importancia para los alimentos se encuentran las bacterias, los hongos, los virus, las algas y los parásitos. De estos, las bacterias y los hongos son los que resultan de mayor importancia para las enfermedades transmitidas por los alimentos. Del total de enfermedades producidas la gran mayoría son ocasionadas por bacterias.

Los microorganismos a su vez pueden ser clasificados en microorganismos de deterioro (que contiene a los beneficiosos y a los perjudiciales), patógenos e inoocuos.

Los microorganismos de deterioro consumen el alimento y en su proceso metabólico le ocasionan cambios en su sabor, color o textura. Dentro de estos

microorganismos de deterioro están los que ocasionan un deterioro beneficioso, es decir son microorganismos beneficiosos, y los que ocasionan un deterioro no agradable para los seres humanos, es decir microorganismos perjudiciales. Un ejemplo de un microorganismo beneficioso es la levadura *Saccharomyces cerevisiae* utilizada en abundancia para la preparación de vino, cerveza y pan. Un ejemplo de un efecto de microorganismo perjudicial es cuando se observa mucosidad en un trozo de jamón producto de la acción metabólica de los microorganismos de deterioro

Por otro lado, los microorganismos patógenos son aquellos que ocasionan un daño a la salud de los consumidores. Estos microorganismos se pueden encontrar en los alimentos y cuando estos son consumidos ocasionan las llamadas enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs) (Reyes, 2011).

Finalmente, los microorganismos inocuos son aquellos que no nos enferman, tal como lo dice la palabra inocuidad, que significa la garantía de que no se va a ocasionar un daño a la salud de las personas

2.2 Parámetros extrínsecos e intrínsecos que afectan el crecimiento de los microorganismos

Si se conocen los parámetros de crecimiento y multiplicación de los microorganismos se puede conocer también como controlarlos o prevenir su proliferación.

Aquellos parámetros que son inherentes a los microorganismos, es decir que son parte de sus tejidos, se conocen como parámetros intrínsecos, a saber:

- pH
- contenido de humedad
- potencial óxido-reducción
- contenido de nutrientes
- constituyentes antimicrobianos
- estructuras biológicas (Jay, 2000).

Por otro lado, los parámetros extrínsecos son aquellas características del ambiente de almacenamiento de los alimentos que van a afectar tanto al alimento como a los microorganismos presentes. Los de mayor importancia en términos de los microorganismos son:

- Humedad relativa del ambiente de almacenamiento
- Presencia y concentración de gases
- Presencia y actividad de otros microorganismos
- Temperatura de almacenamiento (Jay, 2000).

2.2.1 Parámetros Intrínsecos

A continuación se procede a dar una breve descripción de los parámetros intrínsecos de mayor importancia en los alimentos.

2.2.1.1 pH

El pH es una medida utilizada para evaluar qué tan ácida o básica es una sustancia. La escala de pH va de 1 a 14 siendo 7 un pH neutro, por encima de 7

un pH básico y por debajo ácido. Cuando una sustancia es alcalina aporta el ion OH^- o hidroxilo al medio, y cuando es ácida el ion H^+ o Hidronio (BASAEZ, 2009).

La mayoría de los microorganismos crecen mejor a un pH cercano a 7,0 (entre 6,6 y 7,5) siendo pocos los que crecen por debajo de 4,0. Un pH adverso afecta el transporte de nutrientes y el funcionamiento de las enzimas de los microorganismos. Las bacterias tienden a tener menor tolerancia a un pH bajo o ácido con respecto a los mohos y levaduras. Dentro de las bacterias, las patógenas suelen verse aún más afectadas por un pH ácido que otros tipos de bacterias (Jay, 2000).

Los alimentos tienen diferentes tipos de pH; por ejemplo las frutas, los vinos, el vinagre, tienen un pH bajo por debajo de los rangos a los cuales crecen las bacterias. Por esta razón, estos alimentos se descomponen con menor facilidad y usualmente sufren deterioro de mohos o levaduras en lugar de bacterias por la menor resistencia al pH de las últimas. La carne en cambio, tiene un pH cercano al punto de neutralidad, y por lo tanto puede albergar todo tipo de microorganismos incluyendo las bacterias patógenas (Jay, 2000).

2.2.1.2 Contenido de humedad

Los microorganismos requieren de agua para llevar a cabo sus acciones metabólicas. La actividad del agua (a_w) es una medición del agua libre, es decir del agua que está disponible para ser utilizada por los microorganismos. El a_w del agua es 1,00 y conforme el valor disminuye por debajo de éste también lo hace el agua libre o disponible. La mayoría de las bacterias requieren un a_w por encima de 0,9 siendo el *Staphylococcus aureus* la bacteria patógena que más resiste a un a_w bajo, pudiendo tolerar hasta un valor de 0,86. De la misma manera que con el pH, los mohos y levaduras son más resistentes que las bacterias a valores de a_w

bajos. Al igual que en el caso anterior, la carne cruda es un alimento con a_w alto superior a 0,9, lo que hace que este alimento sea susceptible al crecimiento de todo tipo de microorganismos (Jay, 2000).

2.2.1.3 Potencial óxido reducción

Este se puede describir como la facilidad con la que un sustrato pierde o gana iones. Cuando se pierden electrones se dice que la sustancia se ha oxidado y en el caso contrario, cuando se ganan, se dice que la sustancia se ha reducido. La oxidación también se puede alcanzar cuando se gana oxígeno. Una sustancia que dona electrones resulta una sustancia reductora y una que pierde electrones es una sustancia oxidante. Cuando se transfieren electrones de una sustancia a otra se crea una diferencia de potencial que es lo que se conoce como potencial óxido reducción. Entre más oxidada esté una sustancia más positivo será su potencial, y entre más reducida esté una más negativo será su potencial eléctrico. Cuando hay igual número de sustancias reducidas y oxidadas el potencial óxido reducción es cero (Jay, 2000)

Los microorganismos aeróbicos, que son aquellos que requieren de oxígeno para la supervivencia, necesitan de medios que tengan un potencial óxido reducción positivo. Un ejemplo de una bacteria aeróbica es la que pertenece al género *Bacillus*. En cambio, los microorganismos anaeróbicos, tales como la bacteria *Clostridium botulinum*, requieren de potenciales óxido reducción negativos. Existen también microorganismos que necesitan oxígeno pero se favorecen cuando el ambiente es ligeramente reducido, tal es el caso de las bacterias microaerofílicas, como las bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Campylobacter* respectivamente. Otros microorganismos pueden crecer tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas como los mohos y las levaduras (JAY, 2000).

Un alimento con potencial positivo (oxidado) tiende a descomponerse por moho y bacterias aeróbicas, tal como los vegetales y frutas. En carnes se ha observado un cambio en el potencial de óxido reducción antes y después de rigor mortis. En un inicio, inmediatamente después de la muerte, se observó la carne con potenciales positivos (oxidados) en cuyo caso la bacteria del género *Clostridium* no podía crecer. Sin embargo, treinta horas después del rigor mortis se observó un potencial negativo (reducido) y se presentó el crecimiento de la bacteria.

Por otro lado, el potencial de óxido reducción (o Eh) depende del pH, esto implica que cuando el pH aumenta, el medio se torna más básico, por lo que el potencial tiende a ser más negativo tendiendo a cero (Jay, 2000).

No solo dependiendo de la naturaleza del alimento sino además del tratamiento al que se sometan para su conservación, se podrían generar ambientes aeróbicos o anaeróbicos. Es así como en los enlatados se da un desplazamiento del oxígeno y se genera un ambiente anaeróbico, siendo esta la razón por la cual los tratamientos térmicos para enlatados de alimentos no ácidos se calculan a partir de la supervivencia de la bacteria *Clostridium. botulinum*, bacteria anaerobia con una alta resistencia térmica (Mejía, 2009).

2.2.1.4 Contenido de nutrientes

Para un crecimiento y funcionamiento normal los microorganismos requieren de una fuente de agua, energía, nitrógeno, vitaminas y minerales. Es decir, requieren nutrientes. Unos alimentos tienen mayor contenido de nutrientes que otros. Es así como aquellos alimentos ricos en nutrición serán más propicios para el crecimiento de microorganismos que alimentos más pobres en nutrientes cero (Jay, 2000)

Asimismo, los mohos son los que requieren menor contenido de nutrientes, seguido de las levaduras, las bacterias Gram negativas y finalmente las Gram positivas con la mayor exigencia de nutrientes (Jay, 2000)

Como fuente de energía los microorganismos pueden utilizar azúcares, alcoholes y amino ácidos. Solo algunos microorganismos pueden utilizar grasas y carbohidratos complejos (por ejemplo la celulosa) como fuente de energía. Por otro lado, la principal fuente de nitrógeno son los aminoácidos (Jay, 2000).

Vale anotar también el hecho de que los microorganismos requieren de vitaminas, especialmente las del complejo B. Las bacterias Gram positivas tienden a ser las que menos sintetizan sus propias sustancias y por tanto deben conseguirlas del alimento. En cambio, las Gram negativas y los mohos tienden a sintetizar todo lo que necesitan. Las frutas suelen tener pocas cantidades de vitaminas en comparación con lo referente a los productos cárnicos. Esto unido al hecho de que tienen un pH bajo y potenciales óxido reducción positivos, hace que las frutas sufran un mayor deterioro por mohos que por bacterias (Jay, 2000).

2.2.1.5 Constituyentes antimicrobianos

La estabilidad de algunos productos ante la proliferación de microorganismos se da por la presencia de sustancias que tienen actividad antimicrobiana. Por ejemplo, hay aceites esenciales que tienen estas propiedades como el eugenol en los ajos, alicina en la cebolla, el timol en el orégano. La leche de vaca contiene varias sustancias antimicrobianas tales como la lactoferrina, conglutinina y el sistema lactoperoxidasa. Los huevos, al igual que la leche, contienen lisozima, una enzima que junto a la conalbumina, provee a los huevos de un sistema antimicrobiano. Las frutas, la melaza, el té y los vegetales también contienen

ácidos derivados del ácido hidroxicinámico que poseen propiedades antimicrobianas (Jay, 2000).

2.2.1.6 Estructuras biológicas

Las coberturas naturales de ciertos alimentos proveen protección contra la entrada y daño subsecuente por los microorganismos. Por ejemplo, la cáscara de los huevos, las frutas y las nueces, y la piel en los animales, ofrecen protección (Jay, 2000).

2.2.2 Parámetros extrínsecos

Como se mencionó anteriormente, los parámetros extrínsecos, junto con los intrínsecos, también juegan un papel determinante en el crecimiento de los microorganismos. A continuación se describen los principales parámetros.

2.2.2.1 Humedad relativa del ambiente de almacenamiento

Este parámetro extrínseco es importante tanto por el a_w del alimento como por el crecimiento de microorganismos en la superficie del alimento. Idealmente los alimentos deberían almacenarse a humedades relativas que sean similares a su a_w . Por ejemplo si un alimento con un a_w determinado se almacena en un ambiente que contiene una humedad relativa mayor, éste va a tender a absorber humedad del medio. En el caso contrario, si su a_w es superior a la humedad del medio éste puede perder agua (Jay, 2000).

Por otro lado, aquellos alimentos que tienden a descomponerse a humedades relativas altas deberían almacenarse a humedades relativas bajas. Un ejemplo de

esto son las carnes crudas que tienden a descomponerse en su superficie por la acción de bacterias aeróbicas y hongos. Si bien a estos alimentos les convendría desde el punto de vista microbiológico almacenarse a humedades relativas bajas, desde el punto de vista de calidad podrían perder humedad con un detrimento en su calidad. Por lo tanto, se deben tomar en consideración ambos factores. El uso de gases permite disminuir la proliferación de microorganismos aeróbicos sin alterar la humedad relativa del medio (Jay, 2000).

2.2.2.2 Presencia y concentración de gases

El dióxido de carbono y el ozono tienen propiedades antimicrobianas. No obstante, el segundo puede ocasionar rancidez en alimentos ricos en lípidos. Ambos se pueden utilizar para inhibir el crecimiento microbiano en alimentos (Jay, 2000).

2.2.2.3 Presencia y actividad de otros microorganismos

Algunos microorganismos pueden producir sustancias que incluyen antibióticos, bacteriocinas, peróxido de hidrógeno y ácidos orgánicos, que pueden afectar a otros microorganismos presentes en el mismo ambiente (JAY, 2000).

La llamada interferencia microbiana se da cuando la presencia de un microorganismo evita la presencia de otro. Por ejemplo, en estudios reportados por Jay (2000) se ha observado que la presencia de flora natural en carne cruda en cantidades de 10^5 UFC/g puede inhibir la proliferación de microorganismos patógenos. Las bacterias lácticas pueden inhibir a microorganismos patógenos y han resultado de utilidad en la preparación de alimentos. Para que se dé la

interferencia microbiana un microorganismo debe estar en mayor cantidad que otro. Las razones por las cuales se puede dar esta interferencia puede ser por competencia de nutrientes, competencia de sitios de adherencia, alteración del medio ambiente y una combinación de estos (Jay, 2000).

2.2.2.4 Temperatura de almacenamiento

Los microorganismos crecen dentro de un rango variado de temperaturas como se puede observar en la siguiente información:

De acuerdo con Jay (2000):

- Entre 20 y 37 ° C: las bacterias se multiplican.
- Entre 8 y 45 ° C: las bacterias crece a una tasa reducida.
- Por debajo de los 8 ° C: las bacterias dejan de multiplicarse pero no se mueren.
- Por arriba de 60 ° C: las bacterias mueren si son sometidas a la temperatura durante cierto tiempo.

Los microorganismos se pueden clasificar de acuerdo a los rangos de temperatura a los cuales crecen mejor. Los microorganismos *psicrotrofos* crecen bien a 7 ° C o por debajo de esta temperatura, pero su óptimo crecimiento se da entre los 20 y 30° C. Los mesófilos crecen entre 20 y 45° C siendo su rango óptimo entre 30 y 40° C. Los termófilos pueden crecer por arriba de los 45° C y como óptimo entre 55 y 65° C cero (Jay, 2000).

Los psicrotrofos más comunes en los alimentos pertenecen al género de *Pseudomonas* y *Enterococcus*; estos crecen bien en refrigeración y ocasionan deterioro en carnes, pescado, pollo, huevo y otros alimentos que normalmente se

almacenan a temperaturas de refrigeración. La mayoría de los géneros de bacterias de los alimentos contienen especies mesofílicas. Por otro lado, la mayoría de las bacterias termófilas de importancia para los alimentos pertenecen a los géneros *Clostridium* y *Bacillus*. A pesar de que solamente algunas especies de estos géneros son termófilas constituyen microorganismos de alta importancia para los alimentos especialmente aquellos sometidos a tratamientos térmicos (Jay, 2000).

Al igual que las bacterias, los mohos también pueden crecer dentro de un amplio rango de temperaturas. Muchos mohos pueden crecer a temperaturas de refrigeración como por ejemplo los del género *Aspergillus*. Las levaduras generalmente crecen en los rangos mesofílicos y psicótrofos pero no dentro del rango de los termófilos (Jay, 2000).

La calidad de los alimentos es un factor también a considerar a la hora de escoger temperaturas de almacenamiento. Podría parecer de utilidad almacenar todos los alimentos a temperaturas de refrigeración, pero hay alimentos cuya calidad se beneficia si se almacenan a otras temperaturas. Por ejemplo, el banano se conserva mejor almacenado a temperaturas entre 13 y 17° C. Sin embargo, muchos vegetales se conservan mejor al ser almacenados a temperaturas de 10° C. El éxito de la temperatura de almacenamiento depende también de la humedad relativa y de la concentración de gases. Se ha observado que la temperatura de almacenamiento es el parámetro que más incidencia tiene sobre el deterioro de alimentos altamente perecederos (Jay, 2000).

De acuerdo con Mejía (2009), la temperatura es un parámetro de gran importancia que permite evitar alteraciones en los alimentos y evitar problemas de inocuidad. Para prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda mantener los alimentos en refrigeración. En países con climas cálidos el crecimiento de patógenos puede ser superior al que se da en países con climas

más fríos y la refrigeración resulta entonces un parámetro de importancia en el control de la proliferación de estos microorganismos.

2.2.3 Interrelación entre factores intrínsecos y extrínsecos

En general, los parámetros afectan el desarrollo de los microorganismos de forma combinada. Por ejemplo, el a_w se ve afectado por el pH y la temperatura de crecimiento del microorganismo. Cuando la temperatura es baja, los microorganismos resisten menos a bajos A_w que cuando la temperatura es más favorable. Es decir, a temperaturas más bajas la tolerancia al a_w disminuye. La proliferación del *C. botulinum* se ha visto prevenida mediante una combinación de factores intrínsecos y extrínsecos tales como: un pH menor a 4,6; un a_w menor a 0,9, 10 % de NaCl, 120 ppm de NaNO_2 , temperatura de almacenamiento menor a 10°C y una gran cantidad de microflora aeróbica cero (Jay, 2000).

De acuerdo con FDA (2011), el a_w de una solución puede afectar la temperatura a la que muere un microorganismo. Por ejemplo, una población de *Salmonella typhimurium* se reduce diez veces cuando se somete durante 0,18 minutos a una temperatura de 60°C y cuando el a_w del medio es de 0,995. Si se reduce el a_w hasta 0,94 se requieren de 4,3 minutos a 60°C para lograr la misma reducción. Este es un caso particular, pero en general, es la mezcla de factores la que determina si un microorganismo puede proliferar o no. Por lo tanto para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos resulta de utilidad combinar valores de factores extrínsecos e intrínsecos que permitan la prevención cero (Jay, 2000).

2.3 Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETAs) y sus principales causas

Las ETAs, ocasionadas en su mayoría por bacterias patógenas, afectan anualmente a millones de habitantes. Estas enfermedades pueden clasificarse en intoxicación, infección y toxinfeción, y su principal causa es la falta de BPM. Esta y otra información será presentada a continuación.

2.3.1 Tipos de enfermedades alimentarias

De acuerdo con la WFS (2011) hay tres tipos de ETAs: infección, intoxicación y una combinación de las dos.

Infección Alimentaria: ocurre cuando se consume un alimento que tiene el microorganismo. Este se establece y se multiplica dentro del hospedero provocándole los síntomas de la enfermedad. Pasa un tiempo entre la ingesta del microorganismo y la aparición de los síntomas. Un ejemplo de infección es la ocasionada por la bacteria patógena *Salmonella*.

Intoxicación alimentaria: ésta se presenta cuando ciertos microorganismos patógenos crecen en el alimento y liberan toxinas que son posteriormente consumidas. La toxina dentro del cuerpo de la persona la enferma y provoca los síntomas de la enfermedad. En estos casos el tiempo entre la ingesta y la aparición de los síntomas es más corto que en las infecciones alimentarias puesto que la toxina es ingerida y no se requiere un tiempo de multiplicación de los microorganismos. Un ejemplo de esto es la toxina producida por la bacteria *Staphylococcus aureus*.

Toxinfeción alimentaria: este tipo resulta una combinación de las dos anteriores. Una persona consume un alimento que contiene un microorganismo patógeno, dentro del cuerpo se establece, multiplica y produce una toxina que ocasiona la enfermedad. Los tiempos entre la ingesta y aparición de los síntomas son generalmente superiores a la intoxicación pero inferiores a la infección. Un

ejemplo de un microorganismo que ocasiona este tipo de enfermedad es *E. coli* O157:H7.

Para que se provoquen los síntomas de enfermedades alimentarias, de acuerdo a la clasificación de los tres tipos de enfermedades expuestos anteriormente, se deben conjugar varios factores. El patógeno debe estar presente en el alimento y sobrevivir hasta ser ingerido. En algunos casos debe proliferar hasta llegar a niveles infecciones o hasta producir toxinas. Esto sucede en ciertas ocasiones horas o días después dependiendo del tipo de microorganismo, de la carga inicial, del tipo alimento, entre otras. Existen, por lo tanto, situaciones que favorecen la proliferación de microorganismos y/o producción de sus toxinas, y que en consecuencia aumentan la probabilidad de aparición de las enfermedades alimentarias (FOOD SAFETY GOV, 2011).

2.3.2 Principales microorganismos implicados en las ETAs

De acuerdo con USDA (2011), se estima que al año se producen 48 millones de enfermedades de transmisión alimentarias y de esta cantidad 3000 muertes ocurren solo en los Estados Unidos de Norteamérica (EU). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aunque es difícil de estimar, se cree que solo en el 2005, murieron en el mundo 1,8 millones de personas a causa de diarrea, y se considera que la mayoría de estos casos se produjeron por ETAs o por el agua (OMS, 2007). En los países industrializados, se han reportado porcentajes de población que sufre de enfermedades alimentarias de hasta un 30%. Aunque en los países en vías de desarrollo la documentación de las ETAs es menor, la alta prevalencia de enfermedades diarreicas da una indicación sobre la posible permanencia de éstas. Aunque la mayoría de éstas son esporádicas y a menudo no se reportan, también suceden brotes como por ejemplo uno ocurrido en 1994

donde 224 000 personas se enfermaron por *Salmonella* presente en helados. Por otro lado, en 1988 se dio un brote de hepatitis A en China afectando a 300000 personas que consumieron almejas.

Según Food Safety Government (Gobierno de Inocuidad de Alimentos o FSG por sus siglas en inglés, 2001), la fuente más común de las ETAs son las bacterias seguidas de los virus. Los síntomas y severidad de la enfermedad varían dependiendo de la bacteria y el virus. Los hongos y parásitos también producen enfermedades alimentarias aunque en menor grado de acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA por sus siglas en inglés, 2011). Dentro de las bacterias las que ocasionan el mayor número de muertes y hospitalizaciones en los EU son:

- *Salmonella*
- *Norovirus (Norwalk Virus)*
- *Campylobacter*
- *E. coli*
- *Listeria*
- *Clostridium perfringens*.

De acuerdo con un estudio llevado a cabo en Centroamérica (CA) por la FAO, menciona Mejía (2009) que en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua se han identificado principalmente enfermedades gastrointestinales debidas a infecciones e intoxicaciones bacterianas, seguidas de enfermedades por parásitos. Los síntomas que más se presentan son diarrea, dolores de cabeza, vómitos y fiebre. Los microorganismos responsables en mayor grado de estas enfermedades son *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella spp.*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes* y bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes fecales.

En ese mismo estudio llevado a cabo por la FAO en Centroamérica se menciona que también ocurren casos, en menor grado, de enfermedades por parásitos principalmente los protozoarios *amibiasis*, *giardiasis*, *triquinosis* y *cisticercosis*. En menor frecuencia se presentan enfermedades virales como hepatitis y rotavirus y aún en menor grado (o quizás se registran menos) las intoxicaciones ocasionadas por toxinas de hongos como las aflatoxinas presentes en granos y cereales. Se han observado también intoxicaciones por presencia de algas dinoflageladas que producen toxinas y contamina productos marinos como moluscos bivalvos, almejas, mejillones y ostras.

Además, la susceptibilidad de la persona que ingiera el alimento con el microorganismo patógeno puede ocasionar una mayor o menor severidad de la enfermedad. Las poblaciones que se encuentran en mayor riesgo de experimentar enfermedad o muerte por un alimento son los niños, mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con enfermedades del sistema inmune (USDA, 2011).

De acuerdo con WFS (The World of Food Science o el Mundo de la Ciencia de los Alimentos, 2011) las primeras 6 causas, es decir aquellas que ocasionan la mayor cantidad de las ETAs, son la contaminación y errores relacionados con el tiempo y la temperatura de almacenamiento, mantenimiento o tratamiento de los alimentos.

Según Bean y Griffin (1990) mencionado por WFS (2011) de 1973 a 1987, se produjeron 1678 brotes de ETAs en EU. La mayoría de estos brotes se relacionaron con la presencia en los alimentos de *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus grupo A*, principalmente debido a un almacenamiento incorrecto de los alimentos o a temperaturas de mantenimiento inadecuadas. La principal causa de los brotes de *C. botulinum*, *V. parahaemolyticus* y *Trichinella spiralis* fue una cocción inadecuada de los alimentos involucrados. Lo que ocasionó los brotes por

Brucella spp., *Campylobacter spp.*, la ciguatoxina, envenenamiento por hongos y envenenamiento por mariscos paralizantes, fue la ingesta de alimentos provenientes de fuentes insalubres. Finalmente, la mayoría de los brotes ocasionados por *Shigella spp.*, hepatitis A, virus de tipo Norwalk y *Giardia* fue ocasionada por una inadecuada higiene personal. En general, la mala práctica de manufactura que ocasionó la mayor cantidad de brotes fue el almacenamiento o mantenimiento de los alimentos a temperaturas inadecuadas seguido de inadecuada higiene personal.

Por otro lado, las alergias alimentarias están cobrando importancia a nivel mundial. Estas son respuestas inmunológicas del cuerpo humano ante la presencia de sustancias en ciertos alimentos (USDA, 2011).

2.4 Alimentos Listos para ser Consumidos y Bacterias Patógenas asociadas

Los ALC son alimentos propensos a la proliferación de bacterias patógenas principalmente porque muchos alimentos pertenecientes a este grupo poseen una alta humedad, baja acidez y un alto contenido nutricional. Hay microorganismos patógenos relacionados con distintos tipos de ALC como se verá a continuación.

2.4.1 Alimentos Listos para ser Consumidos

De acuerdo con el Comité Consultivo Nacional sobre Criterios Microbiológicos para los Alimentos (NACMCF por sus siglas en inglés) (2005) un ALC es aquel que no lleva una preparación o etapa adicional que permita la eliminación de microorganismos patógenos, tal como una cocción, pero si puede recibir una preparación con propósitos gastronómicos, culinarios o estéticos. Es decir, un ALC

ya ha pasado por procesos de transformación que han permitido disminuir los microorganismos patógenos presentes en el alimento a niveles aceptables, siempre y cuando se hayan controlado las BPM previo a esta etapa. Éstos a su vez, deben manipularse y conservarse bajo condiciones de almacenamiento que eviten la posible proliferación de microorganismos patógenos latentes.

Existen diferentes tipos de alimentos listos para ser consumidos, por lo que, dependiendo de la preparación que tengan estos, pueden proliferarse distintos tipos de microorganismos.

Según Jol *et al.*, (2005), los distintos grupos alimenticios están relacionados con diferentes tipos de microorganismos tal y como se menciona a continuación:

Productos derivados de carne y pollo: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* antihemorrágico, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens* y *Clostridium botulinum*.

Pescado y productos marinos: *Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *C. botulinum* tipo E, *Salmonella spp*, *Shigella spp*. Otros patógenos tales como *L. monocytogenes* y *S. aureus* no constituyen una flora indígena de este tipo de alimentos pero pueden estar presentes derivados de inadecuadas prácticas de higiene durante el procesamiento de estos productos. La mayor preocupación de este tipo de alimentos es el crecimiento de *C. Botulinum* y la producción de toxina.

Frutas y vegetales: *Salmonella*, *E. coli* O157:H7 son bacterias patógenas que no son usualmente asociadas con este grupo alimenticio pero pueden estar presentes. Se han aislado patógenos de muchos tipos de vegetales y frutas como

Salmonella spp. *Shigella* spp. *Y. enterocolitica*, *E. coli* O157: H7, *L. monocytogenes*, *C. botulinum* y *B. cereus*.

Huevos y derivados: la principal preocupación con huevos y derivados es la presencia de *Salmonella* y *L. monocytogenes* en huevos procesados. Los huevos y derivados pueden soportar fácilmente la proliferación de microorganismos de deterioro y patógenos.

Leche y derivados: Los principales patógenos para estos productos son *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli* entero hemorrágica, *C. jejuni*, *C. botulinum* y *B. cereus*. Cuando se elaboran quesos a partir de leche no pasteurizada, van a contener la flora de la leche. Se ha asociado la leche y derivados con brotes de *Salmonella* spp, *L. monocytogenes* (principalmente en quesos suaves, de alto pH y alta humedad), *E. coli* entero hemorrágica O157:H7 (debido a contaminación posterior al procesamiento), *S. aureus*, *Shigella* y *C. botulinum* (debido a malas prácticas de higiene durante el procesamiento). En quesos procesados hay preocupación por la proliferación y producción de toxina de *C. botulinum*.

Por otro lado, Rodríguez-Cavallini, *et al.* (2010) analizaron 90 muestras de ALCs preparados por pequeñas industrias en Costa Rica. Se analizaron 26 muestras de vegetales troceados, 18 dips, 18 ensaladas y 12 bocadillos dulces. A cada muestra se le analizó el pH, la presencia de microorganismos indicadores y patógenos conocidos en este tipo de alimentos (ALC) específicamente *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum* y *B. cereus*. Un 37% de las muestras tenían un nivel de acidez que permitía el crecimiento y proliferación de bacterias patógenas (pH igual o superior a 4.5). Un 64% de los ALC tenían un nivel total de coliformes que evidenciaba inadecuadas prácticas de higiene durante la elaboración, lo cual se confirmó pues se encontraron coliformes

fecales en un 56% de las muestras. Además, se encontraron cuatro muestras positivas que contenían *B. cereus*, no se detectaron toxinas de *C. botulinum* y se encontró una muestra positiva para *C. perfringens*.

Aunque en este estudio y para estas muestras específicas, no se encontró la presencia de los patógenos mencionados sino más bien de coliformes fecales, es una señal de inadecuadas prácticas de higiene en los alimentos. De acuerdo con NACMCF (2005), para *Listeria monocytogenes*, un patógeno psicrotrofo capaz de crecer en refrigeración, las inadecuadas prácticas de higiene o contaminación cruzada son las causas que ha sido vinculadas con brotes de esta bacteria.

Otro estudio mencionado por NACMCF (2005), determinó que se pudo aislar *L. monocytogenes* en al menos un alimento presente en 64% de los refrigeradores analizados. Se encontró *L. monocytogenes* en un 7,6% de las muestras de alimentos listos para ser consumidos incluyendo carnes, residuos, quesos y vegetales crudos. Esta información sugiere que se da contaminación cruzada en las casas de los consumidores.

Para alimentos refrigerados que soportan el crecimiento de *L. monocytogenes*, así como cualquier otro microorganismo, el número de patógenos después de cierto periodo de almacenamiento está en función de la cantidad inicial de bacterias presentes en el alimento listo para consumir, de la manipulación que se le haya dado antes, durante y/o después de haber sido procesado, de la temperatura de cocción y del tiempo de almacenamiento, del tipo y número de microflora competitiva presente, y de las propiedades intrínsecas del producto (pH, Aw, potencial oxido reducción, entre otros factores).

2.4.2 Principales patógenos relacionados con Alimentos Listos para ser Consumidos

De acuerdo con lo que indica FSANZ, (2001) a continuación se detalla un análisis de los microorganismos más importantes que pueden llegar a generar ETAs en ALC.

A manera de referencia, se considera importante mencionar que la familia de las enterobacterias incluye muchas de las bacterias que están en el tracto intestinal de humanos y animales. Dentro de esta familia se incluyen las bacterias ***Salmonella y Shigella***, las cuales son indicadores de higiene y de contaminación después del procesamiento de alimentos térmicamente tratados. Su presencia en altos números (mayores a 10^4 UFC por gramo) en ALC indican que se han dado niveles de contaminación inadecuados o que el procesamiento térmico ha sido insuficiente.

Escherichia coli: de igual manera, en ALC, esta bacteria indica contaminación o tratamientos térmicos insuficientes. Idealmente debería haber ausencia de *E. coli* o un máximo de menos de 3 unidades por gramo. Niveles mayores a 100 unidades por gramo indican contaminación o la presencia de patógenos que no hayan muerto con el tratamiento térmico.

Staphylococcus coagulasa positivo: la presencia de este patógeno en alimentos listos para ser consumidos se da principalmente por contacto humano. Mediante las BPM y un buen control de la temperatura se debería prevenir la contaminación y contacto con este microorganismo. Cuando los niveles de *S. aureus coagulasa positivo* exceden las 10^3 UFC/g o se sospecha de inadecuadas prácticas de manipulación del o los alimentos, resulta apropiado analizar muestras

en busca de la presencia de la enterotoxina. Cuando los niveles son de 10^4 se pueden presentar ETAs.

Clostridium perfringens: generalmente cuando se presentan niveles insatisfactorios de *C. perfringens* en un alimentos es por abuso de temperatura, principalmente cuando los alimentos son cocinados y luego mantenidos a temperaturas inferiores a los 60° C o cuando son enfriados muy lentamente hasta 5° C. Alimentos generalmente asociados con esta bacteria son las carnes y vegetales.

Cuando se encuentra en cantidades superiores a los 10^3 UFC/g se debe investigar las prácticas de higiene durante el procesamiento del alimento. Cuando los niveles son de 10^4 o superiores se pueden presentar enfermedades transmitidas por los alimentos.

Bacillus cereus* y otras especies de *Bacillus: generalmente la presencia de estos microorganismos se da cuando el manejo de la temperatura es inadecuado. Al igual que con *C. perfringens*, los alimentos cocidos mantenidos a temperaturas iguales o inferiores a 60° C o superiores a 5° C pueden tener niveles de *B. cereus* capaces de ocasionar enfermedades. Los alimentos generalmente asociados con estos microorganismos son el arroz, pastas, postres con ingredientes lácteos, y platos con carne o vegetales y especias. De igual manera, cuando se encuentra en cantidades superiores a los 10^3 UFC/g se debe investigar las prácticas de higiene durante el procesamiento del alimento. Cuando los niveles son de 10^4 o superiores se pueden presentar ETAs.

Vibrio parahaemolyticus: esta bacteria está asociada a alimentos marinos. Cantidades superiores a 10^2 UFC/ gramo en alimentos marinos cocidos indican que los alimentos no fueron cocinados adecuadamente, por lo que se considera que se dio una contaminación cruzada después del tratamiento térmico unido al

abuso de tiempo/temperatura. Éste es un indicativo de que se deben inspeccionar las condiciones de procesamiento. Cuando el alimento está crudo es normal encontrar esta bacteria en cantidades de 10^2 UFC/ gramo debido al medio acuático; no obstante, niveles de 10^3 a 10^4 por gramo indican un inadecuado control de temperatura desde la cosecha. Cuando los niveles son de 10^4 o superiores se pueden presentar ETAs.

Campylobacter: esta bacteria no debe estar presente en ALC puesto que puede ocasionar enfermedades. La detección de este microorganismo indica malas prácticas de higiene durante el procesamiento particularmente contaminación cruzada (especialmente cuando se maneja pollo crudo) y cocción inadecuada. Otra fuente de *Campylobacter* es el uso de agua contaminada o leche cruda.

Salmonella: esta bacteria, al igual que *Campylobacter*, debe estar ausente o de lo contrario puede ocasionar ETAs. La presencia de este microorganismo es una señal de malas prácticas de manipulación de los alimentos como contaminación cruzada y cocción inadecuada. También puede ser indicativa del estado de salud de los manipuladores de alimentos ya sea porque sufran de salmonelosis o porque sean portadores asintomáticos del microorganismo.

Listeria monocytogenes: esta bacteria se encuentra muy presente en el medio ambiente y en una gran cantidad de alimentos. La presencia de este microorganismo en los ALCs que no llevan un tratamiento que elimine la Listeria, no necesariamente indica que hay malas prácticas de manipulación. No obstante, niveles más altos, de 10^2 UFC/ gramo, en alimentos que sí recibieron algún tratamiento para eliminar esta bacteria, sí indican un fallo en los controles durante el procesamiento de los alimentos especialmente cocción inadecuada o contaminación del alimento una vez preparado. La presencia de esta bacteria puede ocasionar enfermedades alimentarias especialmente para grupos

susceptibles como personas mayores, mujeres embarazadas, niños o personas con el sistema inmuno comprometido.

2.5 Normativas y Comercio Internacional

Los gobiernos deben y tienen el derecho de velar por la salud de sus habitantes. El mayor intercambio o comercio de bienes y servicios entre los países conlleva a que las enfermedades alimentarias puedan pasar de un lugar a otro. Las normativas alimentarias permiten fijar reglas cuyo objetivo es ETAs y proteger a la población.

Uno de los principios de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y de sus miembros es el principio de no discriminación. Éste establece que el comercio mundial debe estar libre de trabas que se aplican a un país y no a otro. La única excepción a este principio son los Tratados de Libre Comercio (OMC, 2011).

Los controles o normativas pueden resultar un obstáculo para el comercio internacional; pero por otro lado, los países tienen derecho a velar por la salud de sus habitantes. La armonización de normativas a nivel mundial es una acción que favorece el comercio internacional sin descuidar la protección de la salud de los consumidores.

La Comisión del *Codex Alimentarius*, órgano adscrito a las Naciones Unidas (UN), vela por la creación de normativas de carácter internacional que pueden ser utilizadas como base para que los países formulen sus propias normativas de forma armonizada (MEJIA, 2009).

3. MARCO METODOLOGICO

El marco metodológico constituye las fuentes de información, técnicas de investigación, y método de investigación utilizado.

3.1 Fuentes de información

A continuación se describen las fuentes de información utilizadas.

3.1.1 Fuente primaria

Como fuente primaria se utilizó principalmente la observación, la experiencia en el campo y las consultas a expertos en la temática.

3.1.2 Fuente secundaria

Se refiere a información que pudo haber sido retransmitida previamente en algún medio. Se consultaron libros y documentos electrónicos que analizaran información relacionada con los diferentes temas. Además, se buscó consultar legislación de diversos países y organizaciones internacionales.

3.1.3 Fuente terciaria

Se consultaron estudios llevados a cabo por organismos como por ejemplo NACMCF, FAO, USDA Y OMS. Adicionalmente se consultaron artículos científicos relacionados con la temática.

3.2 Técnicas de investigación

Se llevó a cabo una investigación documental. Para ello se efectuó una investigación bibliográfica de las normativas existentes relacionadas con la temática a nivel internacional que incluyeran el valor superior de temperatura y/o mínimo de temperatura requerida para el mantenimiento en caliente.

Los valores obtenidos se relacionaron con las implicaciones que podrían tener a nivel de la inocuidad de los alimentos al igual que en lo referente al comercio internacional, Se aprovechó la información para analizar los patógenos de mayor importancia y su relación con la refrigeración y mantenimiento en caliente específicamente de los alimentos listos para consumir, para finalmente brindar una recomendación de los valores a considerar en la normativa costarricense para la refrigeración y/o el mantenimiento en caliente de alimentos listos para ser consumidos.

3.3 Métodos de investigación

El método utilizado para desarrollar esta investigación fue el analítico-sintético, con el fin de tomar una premisa, que consistió en buscar una opción de referencia de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente para la legislación nacional en el campo de los alimentos listos para ser consumidos.

En segunda instancia se pretendió ofrecer una recomendación relacionada con la problemática en estudio.

Posteriormente, se analizó el origen de la información recaudada en términos de la relevancia en lo referente al comercio internacional con Costa Rica

principalmente en lo que respecta a la variedad y cantidad de intercambio de productos alimenticios procesados con el país de cuyo origen proviene la fuente de información o legislación.

Además, se relacionó esta información con una base científica basada en estudios sobre los valores de temperatura que permiten controlar los patógenos de interés en alimentos listos para ser consumidos.

Finalmente, se sintetizó esta información para concluir cuáles debería ser los valores en la legislación costarricense, y así refutar o apoyar la nueva propuesta para la reglamentación.

4. DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se pretende presentar y analizar información recolectada referente a los principales destinos comerciales de Costa Rica. Esta información da pie a la búsqueda de las legislaciones pertenecientes a algunas de estas regiones, que mencionen aspectos relacionados con el almacenamiento en refrigeración y en caliente de ALCs. Además, se presenta el sustento microbiológico que está detrás de la definición de los rangos de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente.

4.1 Resumen de principales destinos de comercio de alimentos

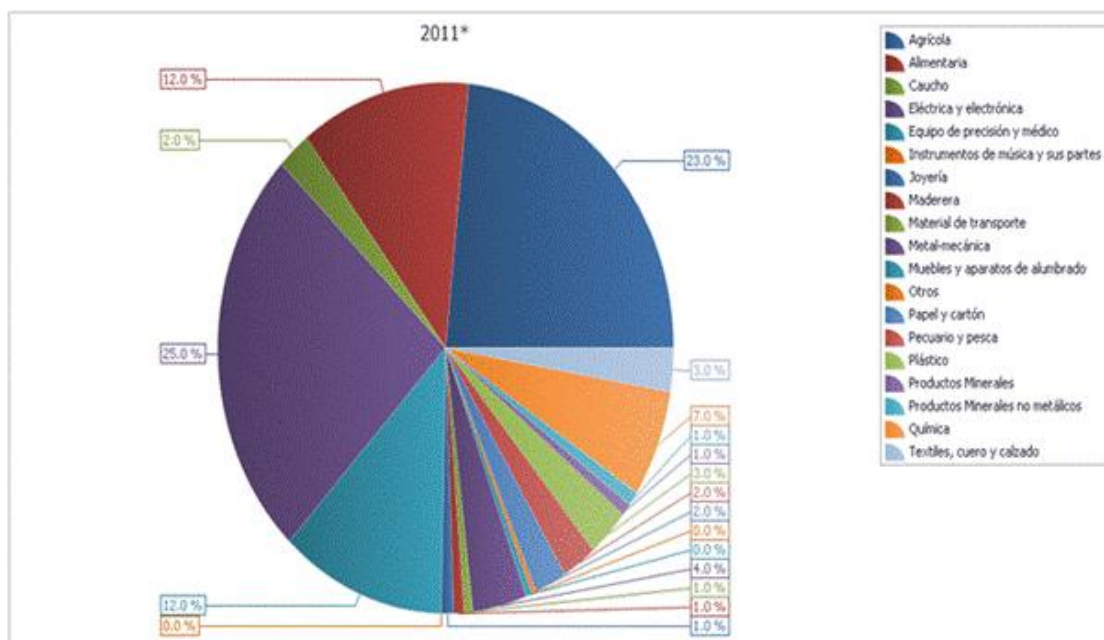
Costa Rica es un país inmerso en la economía mundial y ubicada en una posición geográfica privilegiada ya que tiene acceso a dos océanos y está ubicada en el centro de América. A continuación se analizan los principales socios comerciales de Costa Rica tomando en cuenta importaciones y exportaciones en miles de dólares a nivel general y a nivel del sector alimentario.

4.1.1 Principales sectores de exportación e importación de Costa Rica hacia el mundo

Las exportaciones e importaciones de Costa Rica cubren una amplia variedad de sectores productivos como se detalla a continuación.

4.1.1.1 Exportaciones

En la figura 1 se puede observar los sectores de la economía costarricense que han generado exportaciones en el año 2011.



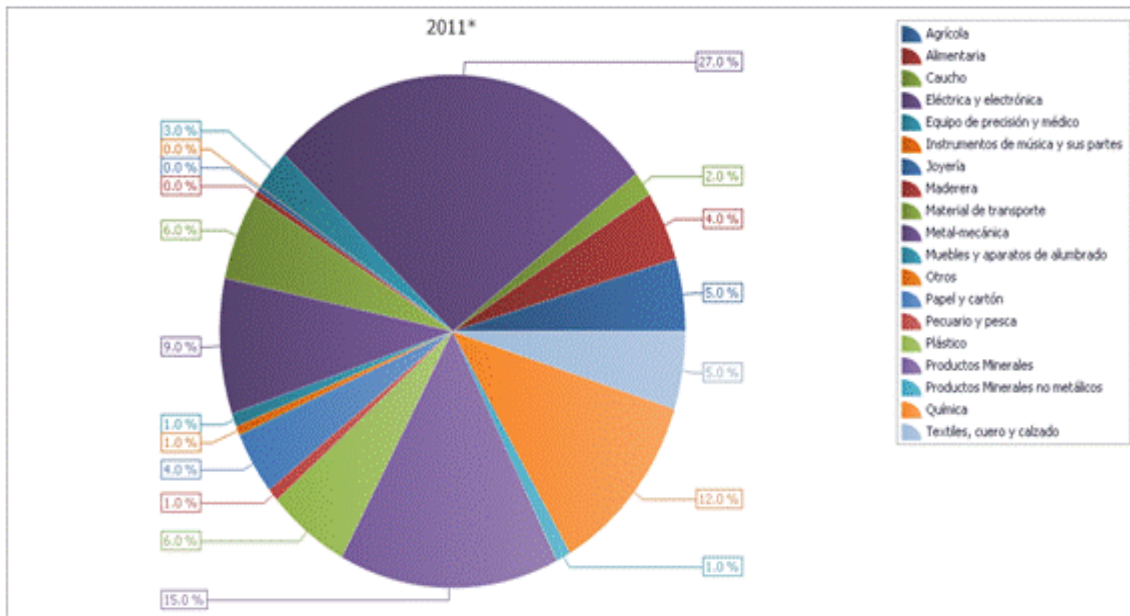
Fuente: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER, 2012).

Figura 1. Distribución porcentual de los sectores de exportación de Costa Rica en el año 2011 de acuerdo a su participación en miles de dólares.

El sector alimentario representa un 12% del dinero exportado medido en dólares. El sector agrícola genera un total de un 23%. Como dato importante también se puede observar en esta figura que los principales rubros de exportación corresponden a las actividades eléctrica y electrónica respectivamente, las cuales representan un 25% de estos valores, seguido del sector agrícola y en igual valor los sectores alimentaria y equipo de precisión y médico.

4.1.1.2 Importaciones

La siguiente figura describe los sectores que generan importaciones a Costa Rica.



Fuente: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER, 2012).

Figura 2. Distribución porcentual de los sectores de exportación de Costa Rica en el año 2011 de acuerdo a su participación en miles de dólares.

De acuerdo con esta figura, el 4% es generado por la industria alimentaria mientras que un 5% corresponde al sector agrícola. Los principales sectores de importación son eléctricos y electrónicos con un 27%, seguido de industrias de metalmeccánica y química.

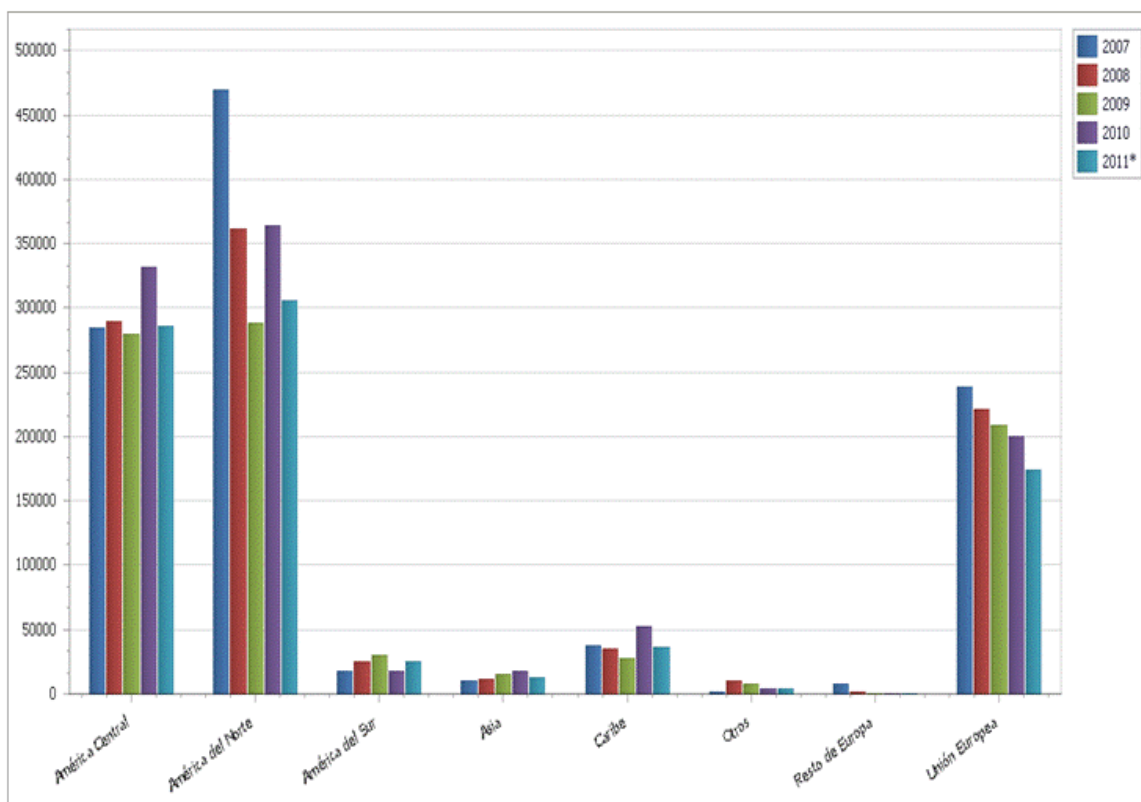
Se desprende de estas ilustraciones que, porcentualmente, la industria alimentaria representa un mayor porcentaje dentro de las exportaciones que dentro de las importaciones.

4.1.2 Sector Alimentario

A continuación se analizan los principales socios comerciales de Costa Rica en cuanto a exportaciones e importaciones en el sector alimentario.

4.1.2.1 Exportaciones

En el sector alimentario las exportaciones son una fuente de ingreso importante para el país, tal y como se puede observar en la Figura 3.



Fuente: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER, 2012).

Figura 3. Exportaciones en toneladas por año desde Costa Rica hacia el mundo.

Se puede observar cómo los destinos de mayor exportación que tiene Costa Rica son en primer lugar América del Norte seguido por Centroamérica y finalmente la Unión Europea. En éste se observa para el 2011 un declive en las exportaciones que fue producto principalmente de la reciente coyuntura económica.

Los países de destino de América del Norte son Canadá, EEUU, México y Puerto Rico; siendo los EEUU y México los países a los que mayoritariamente se exportan con montos aproximados para el 2011 de 135 000¹ y 131 000 toneladas anuales respectivamente (Procomer, 2012).

En lo referente a América Central, se exporta a todos los países que conforman este bloque, siendo Nicaragua el país donde mayoritariamente se exporta con aproximadamente 124 000 toneladas anuales, seguido de Panamá con aproximadamente la mitad de las toneladas anuales; posteriormente El Salvador, Guatemala y Honduras con cantidades que rondan las 30 000 toneladas anuales y finalmente Belice con alrededor de 300 toneladas anuales (Procomer, 2012).

El tercer bloque de mayor importancia lo conforma la Unión Europea con aproximadamente 174 000 toneladas anuales. Estas están distribuidas entre 22 países de los cuales Holanda representa el mayor monto para un total de alrededor de 103 000 toneladas anuales, seguido de Bélgica con 24 000 Toneladas, Reino Unido con 13000 Toneladas, España con 11 800 Ton, Francia e Italia con aproximadamente 8000 cada uno, Alemania con 4000 y posteriormente los demás países con cantidades inferiores a las 1000 toneladas (Procomer, 2012).

¹ Los datos de toneladas son aproximados y no exactos puesto que se han redondeado para facilidad en la lectura y comprensión

Otros países que no son integrantes de la Unión Europea pero con los cuales se genera intercambio comercial cubren aproximadamente 250 toneladas anuales (Procomer, 2012).

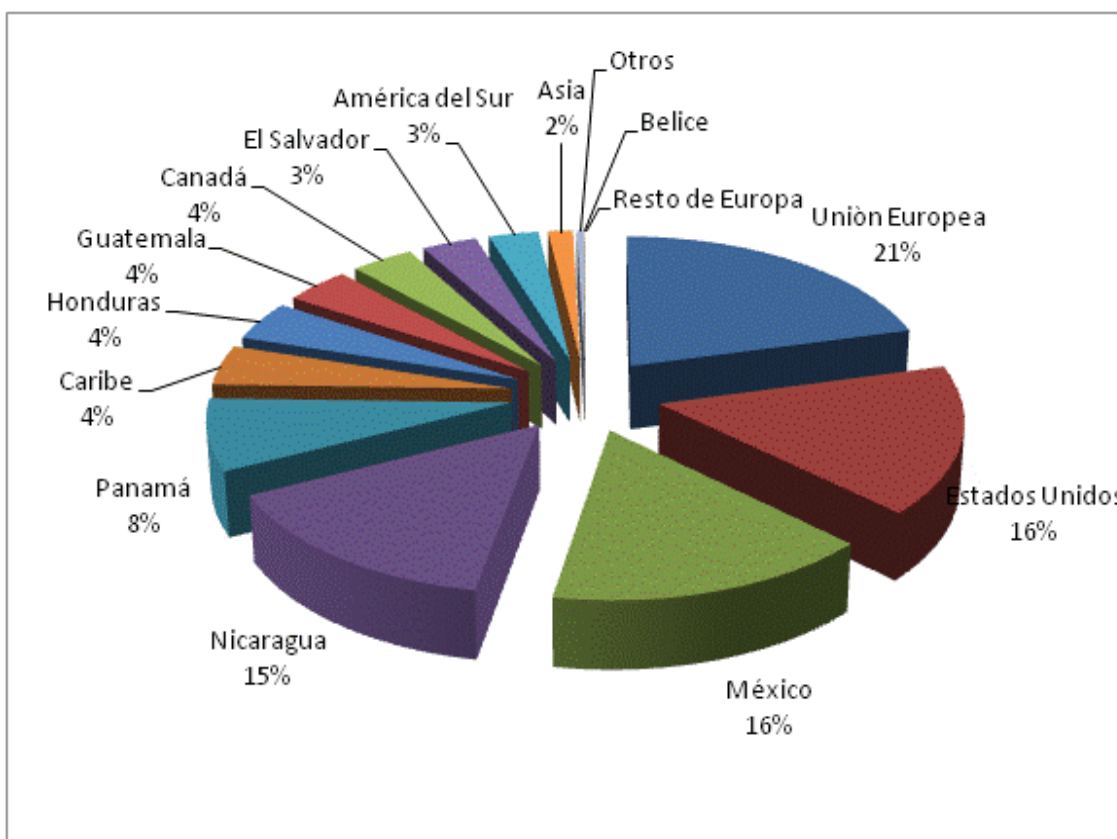
América del Sur en su totalidad es responsable por alrededor de 25 000 toneladas anuales distribuidas entre Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela (Procomer, 2012).

Asia cubre un total de aproximadamente 12,350 toneladas anuales siendo el principal destino China con 6500 toneladas aproximadamente. Los otros países de Asia con los que hay intercambio comercial son Arabia Saudita, Armenia, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos y Filipinas (Procomer, 2012).

Al Caribe se exporta un total de 36 400 Ton de las cuales 10 700 Ton corresponden a Barbados, 5000 Ton a Bahamas, 1300 Ton a Haití y al resto de los países (Antigua y Barbuda, Antillas Holandesas, Aruba, Cuba, Dominica y Granada) cantidades inferiores a las 500 toneladas (Procomer, 2012).

Finalmente, el rubro marcado como otros corresponde a 3000 Ton que corresponden principalmente a Australia.

La siguiente figura detalla los principales 10 países a los cuales se exportó en el 2011.



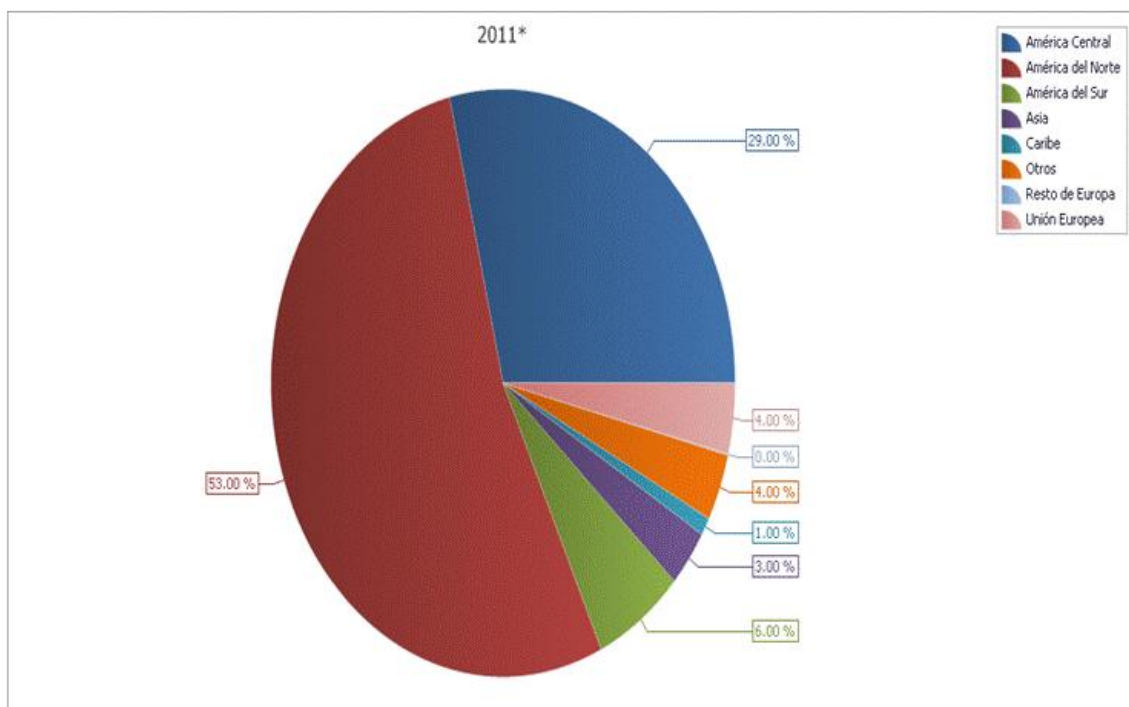
Fuente: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER, 2012).

Figura 4. Principales 10 países o regiones de exportación en toneladas durante el 2011.

Se puede observar de la Figura 4 que el principal destino de exportación de los alimentos es la Unión Europea. Esta región se toma como un todo, puesto que con la creación de la Unión Europea se ha dado una unificación de normas y criterios para exportación que permita analizar la región como un todo. Dentro de este rubro, el país con el mayor número de exportaciones es Alemania como se mencionó anteriormente. Posterior a la Unión Europea se ubica EEUU, seguido de México y posteriormente ingresan los países de Centro América.

4.1.2.2 Importaciones

En la figura 5 se puede observar que un poco más de la mitad de las importaciones de los alimentos proviene de Estados Unidos de Norteamérica, casi una tercera parte proviene de América Central y el resto de otras regiones de las cuales la Unión Europea representa solamente un 4% inclusive menos que América del Sur que representa un 6%. Esto reafirma a América del Norte y América Central como socios estratégicos para Costa Rica y una necesidad de conocer las normativas que regulan el comercio y la inocuidad de los alimentos.



Fuente: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER, 2012).

Figura 5. Principales regiones de las cuales provienen las importaciones hacia Costa Rica.

En la Figura 5 se puede evidenciar la gran importancia que tiene para Costa Rica el intercambio comercial con los países vecinos. En América Central, Nicaragua es el país al que más se exporta seguido de Panamá. Posteriormente, EU y la Unión Europea resultan también de gran importancia para Costa Rica, a pesar de la distancia geográfica que existe con la última (inclusive superior que muchos países de América del Sur).

Esta información da una guía sobre las regiones o países a los cuales se les debe prestar mayor atención respecto a criterios de exportación y normativas de cumplimiento. Por un lado, estas regiones representan importantes divisas para Costa Rica y se debe buscar en la medida de lo posible contar con normativas que sean homólogas a las de estos países y que no constituyan obstáculos al comercio internacional. Por otro lado, se debe asegurar que los controles garanticen la inocuidad de los alimentos que se exportan e importan.

4.2 Microorganismos patógenos en ALC, valor máximo de temperatura de refrigeración y vida de anaquel de éstos en refrigeración

JOL *et al.*, (2006) mencionan que el control de la temperatura de refrigeración a valores menores a 5 ° C controla el crecimiento de patógenos. No obstante, NACCMCF (2005), menciona que patógenos conocidos como *Listeria monocytogenes* y *Clostridium botulinum* pueden crecer temperatura de refrigeración. ¿Entonces, cuál sería el efecto de mantener la temperatura por debajo de 5 ° C si aun así podrían crecer bacterias patógenas?

Los microorganismos patógenos psicrotrofos, aquellos que pueden crecer a temperaturas de refrigeración y dañar la salud del consumidor, han cobrado una gran importancia en términos de su capacidad de crecimiento en refrigeración. En

general, a temperaturas de refrigeración, resultan de importancia los siguientes microorganismos: *L. monocytogenes*, *C. botulinum*, *Y. enterocolitica*, y *B. cereus*. (NACCMCF, 2005).

El siguiente cuadro refleja los rangos de temperatura y pH para el crecimiento de los microorganismos mencionados previamente, así como el A_w mínimo que requieren para crecer, el tiempo de generación a diferentes temperaturas dependiendo de la temperatura a la cual se haya estudiado el microorganismo, así como la mortalidad o D de las células vegetativas o esporas según corresponda.

Cuadro 1. Valores de crecimiento para cuatro microorganismos patógenos psicrotrofos según varios estudios mencionados y recopilados por el Hospitality Institute of Technology and Management (2011).

Microorganismo	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Clostridium botulinum</i> tipo E y otras especies no proteolíticas	<i>Bacillus cereus</i>
Rango temperatura de crecimiento(° C)	-1,5° a 44°C ¹	-1,5° -a 44°C ¹	3,3° C a 45° C ¹	4 a 5° C ¹
Rango pH (multiplicación)	4,1 – 9,6 ¹	4,0 – 10,0 ¹	5,0 - 9,0 ¹	4,3- 9,0 ¹
Aw mínimo de crecimiento	0,92	0,945	0,97	0,912
Tiempo de generación	7,5 días a 0° C (estudiado en leche con chocolate y crema batida). 41 minutos a 35° C (estudiado en carne). 2,85 minutos a 60° C. ¹	53 horas a 0° C. 17 horas a 5° C (en carne). 1,3 minutos a 25° C (en carne y después de 16 a 24 horas de fase latente). 0,4 a 0,55 minutos a 60° C (en leche). ¹	10 a 12 min bajo condiciones óptimas ²	27 minutos a 30° C (en leche pasteurizada) ¹
D o mortalidad	4,8 minutos a 5,8° C estudiado en leche cruda ³	1,4 a 1,8 a 58° C estudiado en leche ³	0,03 minuto a 100° C ⁴	1 minuto a 60° C ¹
D o mortalidad de esporas	n/a	n/a	0,49 a 0,74 minutos a 82,2° C ¹	2,7 a 3,1 minutos a 100° C. ¹
D de toxina	n/a	n/a	Neurotoxina: 5 minutos a 85° C ¹	Toxina diarreica: 5 min a 56,1° C. Toxina emética: estable a 121° C ¹

Fuentes: **1.** Hospitality Institute of Technology and Management (2011); **2.** Health Protection Agency, s.f.; **3.** Frank, 2004.; **4.** Brown, 2000.

Dada la información reflejada en el cuadro anterior resulta evidente que los microorganismos psicrotrofos pueden crecer a temperatura de refrigeración. La definición de un valor puntual de temperatura máxima de refrigeración que resulte efectivo como control se complica aún más si se toma en cuenta que es una combinación de parámetros los que contribuyen al crecimiento de los microorganismos tal como los mencionados en el cuadro 1. Entre estos factores, se puede mencionar la microflora inicial presente, tipo y composición del alimento (A_w , pH, acidez, contenido de nutrientes), método de procesamiento (calentamiento, enfriamiento, preservantes y agentes antimicrobianos) (JOL *et. al.*, 2006). También afectan diferencias en capacidad de crecimiento y muerte en especies de un mismo microorganismo, el empaque, las prácticas de producción, empaque y manejo del alimento, los otros alimentos presentes en el refrigerador, la distribución en refrigeración y en general mantenimiento de la cadena de frío a lo largo de todas las etapas del alimento, si el alimento se utiliza una vez o múltiples veces, la susceptibilidad del consumidor y la cinética de crecimiento del microorganismo (que incluye flora inicial, tiempo y temperatura de almacenamiento) *NACCMCF (2005)*.

Es así como resulta difícil determinar cuál debería ser la temperatura que asegure que un alimento no vaya a enfermar a los consumidores si se toma únicamente la temperatura como parámetro de control.

A lo largo del tiempo, se fijó 7° C como la temperatura óptima de almacenamiento. Posteriormente, y dado que los refrigeradores en sodas, restaurantes y casas han mejorado su eficiencia, la temperatura fijada es ahora de 5° C, y para aquellos alimentos perecederos se considera 4.4° C como la temperatura máxima más adecuada (JOL *et. al.*, 2006).

Por otro lado, puesto que el tiempo es un factor que también interviene en la cantidad de microorganismos que se reproducen, resulta de interés determinar si una combinación de tiempo y temperatura resulta un mejor control para evitar ETAs en ALCs refrigerados donde puedan proliferar microorganismos patógenos.

Para ello, NACCMCF (2005) llevó a cabo un análisis de riesgos tomando en cuenta datos epidemiológicos sobre estos cuatro microorganismos y los relacionó con brotes de ETAs derivados de ALCs almacenados a temperaturas menores a 5° C. El organismo llegó a las siguientes conclusiones dependiendo del microorganismo analizado:

Para las bacterias *Yersinia enterocolitica*, *B. cereus* y *C. botulinum*, se determinó que, dado el número de brotes que se presentaron en años recientes debido a la presencia de estos patógenos en alimentos refrigerados, no resultan un peligro cuando el alimento se almacena a temperaturas adecuadas de refrigeración. El tiempo necesario para que estos microorganismos proliferen a temperaturas de refrigeración es superior al que estos alimentos se mantendrían almacenados naturalmente por efectos de calidad. Por ende, el establecer un periodo máximo de almacenamiento haría poco efecto sobre la disminución de las ETAs.

En el caso de *L. monocytogenes*, los datos epidemiológicos y análisis evidenciaron que efectivamente hubo una relación entre la presencia de este microorganismo en ALCs refrigerados y la aparición de brotes de ETAs. Como esta bacteria está tan presente en el medio ambiente, una porción importante de los ALCs podrían tener este microorganismo aun utilizando controles para reducir su presencia. Se han observado fuentes importantes de contaminación cruzada en sodas y restaurantes que han llevado el microorganismo al alimento una vez preparado, como por ejemplo los refrigeradores. EL estudio concluye que en el caso de *L. monocytogenes*, el establecimiento de un tiempo máximo de

almacenamiento de alimentos refrigerados que puedan soportar el crecimiento de esta bacteria sí podría impactar y disminuir la probabilidad de enfermedades transmitidas por los alimentos.

Hospitality Institute of Technology and Management (Instituto de Manejo y Tecnología de la Hospitalidad o HITM por sus siglas en inglés, 2011) también sugiere que no se almacenen alimentos que pueden soportar el crecimiento de microorganismos patógenos durante un tiempo superior a 7 días aun en temperatura de refrigeración. Este control unido a buenas prácticas de higiene durante el procesamiento de alimentos podría disminuir en un alto grado la probabilidad de enfermedades transmitidas por los alimentos.

Para orientar al consumidor sobre la relación entre la inocuidad, el tiempo y la temperatura de almacenamiento, se debe colocar información en la etiqueta de los alimentos. La FDA (1997), recomienda el etiquetado de alimentos dependiendo de una de las siguientes tres clasificaciones:

Grupo A: alimentos con pH mayor a 4.6, a_w mayor a 0.85, que no reciben ningún tratamiento térmico, u otro tratamiento en el empaque final que destruya patógenos que pueden crecer bajo abuso de temperatura, y que no tienen barreras (como preservantes, sal o acidificación) en la formulación para prevenir el crecimiento de patógenos. Para este grupo de alimentos la etiqueta debería decir: *“deben mantenerse bajo refrigeración para asegurar inocuidad”*.

Grupo B: incluye aquellos alimentos que son estables a lo largo del tiempo por el proceso al que se han sometido, pero que una vez abiertos, lo que sobre debe almacenarse en refrigeración. Estos alimentos tienen las siguientes características: pH mayor a 1.63, a_w mayor a 0.85, han recibido un tratamiento térmico adecuado para destruir o inactivar patógenos en el empaque no abierto, pero una vez

abierto, aquellos microorganismos que hayan sobrevivido o que puedan contaminar el alimento podrían crecer y hacer que el alimento no sea seguro., y finalmente, no tiene barreras adicionales de conservación (como preservantes, acidez o sal) que prevengan el crecimiento de patógenos una vez abierto el producto. Estos alimentos deberían tener una etiqueta que diga: “*mantenerse en refrigeración después de abierto para asegurar inocuidad*”.

Grupo C: corresponde a alimentos que no constituyen un riesgo alimentario aún después de abiertos si se abusa la temperatura, pero pueden experimentar un deterioro en la calidad mayor a lo largo del tiempo sino se refrigeran. El productor determina si incluir o no en la etiqueta el almacenamiento en refrigeración. Estos productos tienen un pH menor a 4.6 para inhibición de la toxina de *C. botulinum*, o una a_w menor a 0.85, o tienen barreras en la formulación del alimento tales como benzoatos, sal o acidificación para prevenir el crecimiento de patógenos en caso que ocurriera abuso de temperatura.

4.3 Microorganismos patógenos en ALC y temperatura de mantenimiento en caliente

Con respecto a la temperatura de mantenimiento en caliente, desde 1962 hasta el 2001, la FDA ha establecido 60 ° C como la temperatura adecuada para mantener alimentos en caliente y evitar una ETA. Este valor de temperatura ha sido cuestionado como muy conservador y de carecer de fundamento científico. Es así como en el año 2001, la NACMCF lleva a cabo un estudio para rechazar o afirmar el uso de este valor como límite inferior para el mantenimiento de alimentos listos para consumir en caliente.

Para establecer el microorganismo a partir del cual se determine el valor mínimo de mantenimiento en caliente, se debe tomar en cuenta información del tipo de microorganismo presente en el o los alimento(s) y para ello existen datos estadísticos de prevalencia de enfermedades y alimentos asociados (NACMCF, 2001). Es así como, con base en esta información, NACMCF (2001) concluye que hay evidencia de los siguientes cuatro microorganismos asociados con alimentos que se mantienen en caliente: *C. perfringens*, *B. cereus*, *Salmonella spp.* y *S. aureus*.

El cuadro 2 describe en detalle cada uno de estos microorganismos.

Cuadro 2. Valores de crecimiento para cuatro microorganismos patógenos asociados con ETAs cuya causa se ha atribuido a mantenimiento inadecuado de alimentos en caliente, según varios estudios mencionados por Hospitality Institute of Technology and Management (2011).

Microorganismo	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Rango de temperaturas de crecimiento (°C)	15 a 51,7° C ¹	4 a 50° C ¹	5,5 a 45,6° C ¹	6,5 a 50° C ¹
Rango de pH al que se multiplica	5,0 a 9,0 ¹	4,3 a 9,0 ¹	4,1 a 9,0 ¹	4,5 a 9,3 ¹
Aw mínimo de crecimiento	0,93 a 0,97 ¹	0,912 ¹	0,95 ¹	0,83 ¹
Tiempo de generación	7,0 min a 41° C. ¹	27 min a 30° C (estudiado en leche pasteurizada) ¹	20,4 min a 37° C. 25 min a 4° C (estudiado en pollo) ¹	24,6 min a 37° C (estudiado en pastel de carne e hígado) ¹
D o mortalidad a 60° C	7,2 minutos (a 59° C) ¹	1 minuto ¹	1,73 minutos ¹	5,2 a 7,8 minutos ¹
D o mortalidad de esporas	26 a 31 minutos a 98,9° C ¹	2,7 a 3,1 minutos a 100° C. ¹	n/a	n/a
D de toxina	17 minutos a 100° C ²	Toxina diarreaica: 5 min a 56,1° C. Toxina emética: estable a 121° C ¹	n/a	2 horas con 14.2 minutos a 98,9° C ¹

Para construir este cuadro se utilizaron las siguientes fuentes: **1.** Hospitality Institute of Technology and Management (2011); **2.** Brown, 2000.

De acuerdo con datos epidemiológicos recopilados por el Estado de New York entre 1980 y 1990 y mencionados por NACMCF los cuatro microorganismos mencionados fueron los que evidenciaron la mayor cantidad de casos de ETAs relacionados con mantenimiento en caliente. Del total de casos, para *C. perfringens* y *B. cereus*, alrededor de un 50% se debió a mantenimiento inadecuado de alimentos en caliente, mientras que para *Salmonella* (el microorganismo que reportó el mayor número de casos), solo un 17% se debió a mantenimiento inadecuado en temperatura caliente y un 68% se debió a factores ambientales durante el mantenimiento en caliente (como por ejemplo contaminación). En el caso de *S. aureus*, un 25% se debió a mantenimiento inadecuado a temperatura caliente y de igual manera que *Salmonella*, un 68% correspondió a factores ambientales. Esto indica que estos últimos dos microorganismos se relacionan con contaminación posterior a la cocción. El hecho de que *S. aureus* produzca una toxina termo estable dificulta saber si la contaminación con esta bacteria ocurre con mayor frecuencia antes o después de la cocción.

Específicamente el estudio de NACMCF concluye lo siguiente:

- *C. perfringens* y *B. cereus* son los microorganismos de mayor consideración para tomar como referencia para la definición del valor de temperatura de mantenimiento en caliente.
- Los valores de temperatura para mantener bajo control *C. perfringens* estarían por encima de lo necesario para controlar a *B. cereus*.
- Existen diferencias entre valores superficiales e internos de temperaturas en alimentos mantenidos en caliente. El control debería entonces llevarse a cabo en el punto más frío del alimento.

Por otro lado, Hospitality Institute of Technology and Management (2011) concluye que *Clostridium perfringens* es importante en el control de peligros por las siguientes razones:

- Durante el calentamiento de alimentos es el patógeno que crece con mayor rapidez y por lo tanto determina el tiempo máximo de duración para el calentamiento de alimentos: 6 horas desde 4.4° C hasta mayor a 54.4° C.

Por otro lado, como las esporas de este microorganismo no se inactivan a temperaturas de cocción y pasteurización, la FDA establece el tiempo de enfriamiento con base en este microorganismo. (De 60 a 21° C en 2 horas y de 21 a 51 C en otras cuatro horas adicionales), o de acuerdo con USDA-FSIS de 48.9 a 12.8° C en 6 horas seguido de enfriamiento continuo hasta llegar a 4.4 o 5.0° C.

De hecho, NACMCF (2001) menciona que efectivamente se ha reportado crecimiento de *C. perfringens* a temperaturas de hasta 52.3° C pero con una fase estacionaria de 25 horas y con condiciones estrictamente anaeróbicas. A temperaturas de 51.7° C la fase estacionaria y de generación disminuye en tiempo. No existen estudios que reporten el promedio de tiempos en mantenimiento en caliente utilizados en la industria de venta al detalle, no obstante, generalmente de 4 a 8 horas es un tiempo generalmente utilizado sobre todo porque después de esta cantidad de horas la comida suele perder calidad.

Con respecto a *B. cereus* un estudio reportó crecimiento a 55° C pero después de 48 horas de incubación, lo cual difícilmente sucedería porque no se mantendría un alimento en caliente por tanto tiempo. La segunda temperatura más alta para *B. cereus* fue de 46.1° C con una fase estacionaria de 4 horas.

La FDA (1997) recomienda temperaturas y tiempos de temperatura que son inferiores a los necesarios para matar las esporas de *B. cereus* y *C. perfringens* en el caso que estuvieran presentes en el alimento. Es por eso, que la temperatura de mantenimiento en caliente, debe ser superior a lo necesario para que estos microorganismos se reproduzcan. Por lo tanto, si el alimento se mantiene a 54.4° C debe ser suficiente para considerarse seguro garantizando que *C. perfringens* no crecería más de 1 logaritmo (FDA, 1997).

Por otro lado, el mantener el alimento a estas temperaturas resultaría en una protección adicional contra *S. aureus*, específicamente contra su enterotoxina termoestable, ya que resultaría un control adicional contra la sobrevivencia y contaminación post cocción de esta bacteria (NACMCF, 2001)

Es así como NACMCF (2001) recomienda utilizar la siguiente tabla como recomendación donde se observa la relación entre el tiempo de mantenimiento en caliente y la temperatura. Los valores se basan en un incremento no mayor a un \log_{10} C. Perfringens. De mantenerse a 60° C el tiempo de mantenimiento del alimento en caliente sería indefinido.

Cuadro 3. Posibles combinaciones de tiempo y temperatura para un adecuado mantenimiento del alimento en caliente.

Temperatura (° C)	Tiempo (horas)
51,7	2
54,4	4
57,2	8
60,0	Indefinidamente

Fuente: NACMCF, 2001. 2001

4.4 Compendio de Legislaciones en Diferentes Países y Regiones en Relación con Temperaturas de Mantenimiento en Refrigeración y en Caliente.

En el cuadro 4 se pueden observar valores de refrigeración y mantenimiento en caliente estipuladas en legislación a lo largo de varios países, regiones u organismos. En el anexo B se coloca textualmente la sección de cada legislación en referente a la temperatura de mantenimiento en refrigeración y en caliente, así como algunos aspectos relacionados a la temperatura.

Cuadro 4. Compendio de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente para alimentos estipuladas en legislaciones de distintos países que tienen relación comercial con Costa Rica.

País o Zona Geográfica	Legislación/Fuente	Temperatura refrigeración	Temperatura de mantenimiento en caliente
Centroamérica	Reglamento Técnico Centroamericano (2006)	No indica	No indica
Nicaragua	Norma técnica obligatoria nicaragüense de almacenamiento de productos alimenticios (2003)	No indica	No indica
México	Norma oficial mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios (2009)	7° C	60° C
Estados Unidos	Suplemento al Food Code 2001 (2003)	4° C Sin control de temperatura si se mantiene por un máximo de 4 horas	57° C Sin control de temperatura si se mantiene por un máximo de 4 horas 54° C para carnes cocidas según tiempos y temperaturas recomendados en la sección 3-401.11(B) del código y para alimentos recalentados hasta temperaturas y tiempos definidos en la sección 3-403.11
Canadá	Consolidated newfoundland and labrador regulation 1022/96 (1996)	4° C	60° C
Chile	Reglamento Sanitario de los Alimentos (2010)	0 a 5° C	60° C
Unión Europea	Reglamento (ce) nº 852/2004 del parlamento europeo y del consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios (2004) Reglamento (ce) nº 853/2004 del parlamento europeo y del consejo del 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal (2004) Directiva 93/43/Cee Del Consejo de 14 de junio de 1993 relativa a la higiene de los productos alimenticios (1993)	No indica	No indica

País o Zona Geográfica	Legislación/Fuente	Temperatura refrigeración	Temperatura de mantenimiento en caliente
Reino Unido	Requerimientos de control de las Regulaciones de Alimentos del 2006 para Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte ("Schedule 4 (Temperature Control Requirements) of the 2006 Food Hygiene Regulations requires that in England, Wales and Northern Ireland) (2006)	8° C Sin control de temperatura si se mantiene por un máximo de 4 horas	63° C Sin control de temperatura si se mantiene por un máximo de 2 horas
Codex Alimentarius	Código De Practicas De Higiene para los Alimentos Precocinados y Cocinados Utilizados en los Servicios de Comidas para Colectividades Cac/Rcp 39-1993 (1993)	4° C por un período no mayor a 5 días	60° C por un periodo no mayor a 5 días
Costa Rica	Propuesta reglamento para los servicios de alimentación al público (2012)	5° C	60° C

Fuente: Las que se detallan en la columna 2 del cuadro.

Se puede observar en el cuadro 4 como en Centroamérica no se estipulan valores de temperatura para refrigeración o mantenimiento en caliente. En este sentido Costa Rica sería el primer país de la región en estipularlo con la llamada Propuesta al Reglamento para los Servicios de Alimentación al Público (2012).

En cuanto a refrigeración, el Reino Unido es quien estipula el valor de temperatura más alto seguido de México. El Reino Unido, al igual que los Estados Unidos de América, establece en su legislación una relación entre el tiempo y la temperatura, estipulando que si se mantiene por un máximo de 4 horas no es necesario el control de la temperatura. Si el tiempo es superior a 4 horas entonces se debe mantener el alimento a una temperatura máxima de 8° C en el caso del Reino Unido y de 4 ° C en el caso de los Estados Unidos de América. Codex Alimentarius también hace una relación entre el tiempo y la temperatura mencionando que el alimento se debe mantener a 4° C pero por un máximo de cinco días.

Posteriormente Canadá, al igual que Estados Unidos y Codex, también establece 4° C como la temperatura máxima de refrigeración, mientras que Costa Rica y Chile establecen 5 ° C.

Con respecto a la temperatura de mantenimiento en caliente, se puede observar en el cuadro como la gran mayoría de los países estipula 60° C como temperatura máxima de mantenimiento en caliente, con excepción de los Estados Unidos de América y Reino Unido. Estos dos países, al igual que Codex Alimentarius, relacionan la temperatura de mantenimiento en caliente con el tiempo al cual se mantiene el ALC. Es así como Estados Unidos de América menciona que es 57° C el valor que garantiza inocuidad y por encima de esta temperatura se puede mantener el alimento indefinidamente, mientras que por debajo de 57° C el ALC puede permanecer por un tiempo máximo de 4 horas. Este país hace una excepción para carnes y alimentos recalentados, estipulando valores de

temperaturas de mantenimiento en caliente de 54° C para aquellas carnes y alimentos que se recalienten según temperaturas y hornos estipulados en el cuadro 5 del anexo 2 que se refiere a la sección 3-401.11(B) del Suplemento al Food Code 2001. Por otro lado el Reino Unido establece que 63° C es valor mínimo para mantenimiento en caliente de un ALC, pero se puede mantener por debajo de esta temperatura por un máximo de dos horas. Codex Alimentarius establece 5 días como tiempo máximo para mantener un alimento a una temperatura superior a los 60° C.

5. CONCLUSIONES

Dada la complejidad en interacción de los parámetros intrínsecos y extrínsecos en los alimentos, la temperatura por sí solo, no puede ser un único mecanismo de control. Resulta así complejo estipular que un único valor de temperaturas puede mantener bajo control un alimento.

Con base en el estudio de NACMCF y para aplicación en el territorio nacional o en Centroamérica, 5 ° C es un valor aceptable para asegurar protección de los alimentos almacenados a temperatura de refrigeración, pero éste debe acompañarse de un control de tiempo, siendo 7 días el máximo a permitirse para almacenamiento de ALC. Si el alimento se almacena por un tiempo inferior a cuatro horas no es necesario el control de la temperatura.

Si los alimentos se comercializan fuera de Centroamérica especialmente con Estados Unidos, o si se busca homologar normativas con base en Codex Alimentarius, entonces 4° C es un valor más adecuado.

Con respecto a temperatura de mantenimiento en caliente, 60° C es un valor aceptable tanto desde el punto de vista de inocuidad como de comercio internacional. Asimismo se debe relacionar este valor de temperatura con un tiempo de mantenimiento del ALC; si está por arriba de 60° C se puede mantener indefinidamente, pero si está por debajo se puede utilizar en vez el control de tiempo, estableciendo 4 horas como tiempo máximo.

6. RECOMENDACIONES

Llevar a cabo un estudio sobre la capacidad de temperaturas de los refrigeradores en servicios de alimentación en Costa Rica. Analizar que, si las temperaturas están más cercanas a los 7° C, se podría entonces considerar disminuir el tiempo de vida de anaquel del producto, pasando de 7 días a 5° C a 5 días a 7° C.

Estudiar la factibilidad de incluir en la legislación recomendaciones para el etiquetado de los alimentos con indicaciones relacionadas con inocuidad tomando como base las recomendaciones de la FDA.

Investigar sobre si existe un detrimento en la calidad nutricional del alimento cuando se mantiene a 60° C versus a cuando se mantiene a 57° C por determinados periodos de tiempo.

7. BIBLIOGRAFIA

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2004. REGLAMENTO (CE) Nº 853/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO del 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. Consultado 3 de febrero del 2012. Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:ES:PDF>.

(EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2004. REGLAMENTO (CE) Nº 853/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO del 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. Consultado 11 de febrero del 2012. Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:ES:PDF>.

(NACCMCF (NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS), 2001. Hot Holding. Consultado 5 de enero del 2011. Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/OPHS/NACMCF/2002/hotholdcharge.pdf>

(ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO), 2006. Directrices en materia de legislación alimentaria (nuevo modelo de ley de alimentos para países de tradición jurídica romano-germánica). Consultado 11 de febrero del 2012. Disponible en www.fao.org/docrep/012/a0862s/a0862s00.pdf.

BASAEZ, L. 2009. ¿Qué es el Ph?: formas de medirlo. *Ciencia...Ahora*. 12 (23): 59-62. Consultado 14 dic 2011. Disponible en: <http://www.ciencia-ahora.cl/Revista23/11BASAEZ.pdf>.

BROWN, K.L.,2000. Control of Bacterial Spores. *Bntnh Medical Bulletin* 2000.56 (No 1) 158-171. Consultado 16 de febrero del 2012. Disponible en: <http://bmb.oxfordjournals.org/content/56/1/158.full.pdf>

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, 1993. Código De Prácticas De Higiene para los Alimentos Precocinados y Cocinados Utilizados en los Servicios de Comidas para Colectividades Cac/Rcp 39-19931. Consultado 12 de febrero del 2012. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/25/CXP_039s.pdf.

COMITÉ DE ALMACENAMIENTO, 2003. Norma técnica obligatoria nicaragüense de almacenamiento de productos alimenticios. Nicaragua. Consultado 2 de febrero del 2012. Disponible en: [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/%28\\$All%29/D0AF22D8B2491FC606257743007355B7?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/%28$All%29/D0AF22D8B2491FC606257743007355B7?OpenDocument).

DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE ESTADOS, 2003. U. S. 2003. Supplement to the 2001 Food Code. Administración de Alimentos y Drogas, Estados Unidos de América. Consultado 10 febrero del 2011. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/RetailFoodProtection/FoodCode/FoodCode2001/ucm089117.htm#p2c3>.

DIAZ, A. 2009. Buenas Prácticas de Manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (Serie Agronegocios, Cuadernos para la Exportación, ISSN 1817-7603; no.12). Consultado 8 de abril del 2012. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5294E/A5294E.PDF>.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1993. DIRECTIVA 93/43/CEE DEL CONSEJO de 14 de junio de 1993 relativa a la higiene de los productos alimenticios. Consultado 1 de febrero del 2012. Disponible en: ec.europa.eu/food/food/biosafety/salmonella/mr06_es.pdf.

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2004. Reglamento (Ce) Nº 852/2004 Del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de Abril De 2004 Relativo A La Higiene De Los Productos Alimenticios. Consultado 9 de febrero del 2012. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0001:0054:ES:PDF>.

ESTRADA, F., S. 2006. Control de temperatura durante el transporte refrigerado: estándares y realidades. Alimentaria. Mayo / Junio 2006 / ALFA EDITORES TÉCNICOS. Consultado 1 de junio del 2011. Disponible en: www.alfa-editores.com/alimentaria/Mayo%20.../Control.pdf.

FDA (ADMINISTRACION DE DROGAS Y MEDICAMENTOS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA), 2011. Bad Bug Book: Factors Affecting the Growth of Microorganisms in Foods. Consultado 18 dic 2011. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm071351.htm>

FDA (Food and Drug Administration), 1997. Labeling of Foods That Need Refrigeration by Consumers. Guidance. 62 FR 8248. Consultado 5 de enero del 2011. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/ucm120226.htm>.

FOOD SAFETY GOV, 2011. Causes of Food Poisoning. Consultado 13 dic 2011. Disponible en <http://www.foodsafety.gov/poisoning/causes/index.html>.

FOOD STANDARDS AGENCY, 2004. Guidance on Temperature Control Legislation in the United Kingdom. Consultado 01-02-2012. INTERNET: Disponible en: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/tempcontrolguiduk.pdf>.

FRANK, L.B. 2004. The "Danger Zone" Reevaluated. Food Safety Magazine. February/March 2004. Consultado 17 de febrero del 2012. Disponible en: <http://www.foodsafetymagazine.com/article.asp?id=1699&sub=sub1>.

FSANZ (*Food Standards Australia New Zealand*), 2001. Food Safety Guidelines for the microbiological examination of ready-to- eat foods. Consultado: 5 de enero del 2012. Disponible en <http://www.foodstandards.gov.au/scienceandeducation/publications/guidelinesformicrobi1306.cfm>.

HEALTH PROTECTION AGENCY, s.f. Clostridium perfringens. Consultado 18 de febrero del 2012. Disponible en: <http://www.hpa.org.uk/Topics/InfectiousDiseases/InfectionsAZ/ClostridiumPerfringens/>.

HOSPITALITY INSTITUTE OF TECHNOLOGY AND MANAGEMENT (2011). Food Path Sum. Consultado 7 de enero del 2011. Disponible en <http://www.hitm.com/RFA/food-path-summ.pdf>.

INFOAGRO. Microorganismos productores de alteraciones en los alimentos enlatados 1ª parte. Consultado 17 dic 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/conservas/microorganismos.htm>.

JAY J. 2000. Modern Food Microbiology. 6 ed. Maryland, USA. Aspen Publishers. p. 44-53.

JOL, S.; KASSIANENKO, A.; WSZOL, K.; OGGEL, J. 2006. Process Control: Issues in Time and Temperature Abuse of Refrigerated Foods. Food Safety Magazine. Consultado 5 enero 2011. Disponible en <http://www.foodsafetymagazine.com/article.asp?id=7&sub=sub1>.

KOPPER, G. s.d. Estudio de Caso – Enfermedades Transmitidas por Alimentos en Costa Rica. Consultado: 28 de mayo de 2011. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0480s/i0480s01.pdf>.

LIEUTENANT-GOVERNOR IN COUNCIL, 1996. Consolidated newfoundland and labrador regulation 1022/96. Food and Drug Act (O.C. 96-471). Canadá. Consultado 8 de febrero del 2011. Disponible en: <http://assembly.nl.ca/Legislation/sr/regulations/rc961022.htm>.

MCGLYNN, W.; BRANDENBERGER, L.,P.; CASTILLO, A. 2009. Food Safety and Fresh Produce: An Update Cast Commentary QTA2009-1 INTERNET: <http://jifsan.umd.edu/docs/workshops/producesafety/outbreaks/CAST%20Commentary%20Fresh%20Produce.pdf>. Consultado: 3 de junio del 2011.

MEJIA, D. 2009. Introducción. In Kopper, G; Calderón, G.; Schneider, S.; Domínguez, W.; Gutiérrez, G.; Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto Socioeconómico. Estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. FAO. Consultado 16 dic 2011. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0480s/i0480s.pdf>.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMERCIO (MINECO), CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT), MINISTERIO DE FOMENTO, INDUSTRIA Y COMERCIO (MIFIC), SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (SIC), MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMERCIO (MEIC), 2006. Reglamento RTCA 67.01.33:06 Técnico Centroamericano, Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales. Consultado 2 de febrero del 2012. Disponible en: www.cacia.org/.../REGLAMENTO_BPM_union_aduanera%20CA.pdf

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMERCIO (MINECO); CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT); MINISTERIO DE FOMENTO, INDUSTRIA Y COMERCIO (MIFIC); SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (SIC); MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMERCIO (MEIC). 2007. Decreto N° 33724 Reglamento Técnico Centroamericano. Consultado: 3 de junio del 2011. Disponible en: <http://www.senasa.go.cr/senasaweb/Documentos/DIPOA/Regulatorio/union%20aduanera%20procesados.pdf>.

MINISTERIO DE SALUD DE CHILE, 2010. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Consultado 11 de febrero del 2012. Disponible en:

http://www.minsal.gob.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reglamento_sanitario_alimentos.html.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS (NACCMCF), 2005. Considerations for Establishing Safety-Based Consume-By Date Labels for Refrigerated Ready-to-Eat Foods†. Journal of Food Protection. 68 (8): s 1761–1775. Consultado 6 de enero del 2011. Disponible en http://www.fsis.usda.gov/PDF/NACMCF_JFP_Manuscript_05-071%20.pdf.

OMC (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO) 2011. Understanding OMC. Consultado 15 dic. Disponible en http://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/understanding_s.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud), 2007. Food safety and foodborne illness: Fact sheet N°237. Consultado 18 dic 2011. Disponible [en http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/index.html).

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA, MINISTERIO DE SALUD DE COSTA RICA, 1990. Decreto N° 19479-S Reglamento de los servicios de alimentación al público. Consultado: 3 de junio del 2011. Disponible en: www.reglatec.go.cr/decretos/19479.pdf.

PRIMER PRESIDENTE EN EJERCICIO DE LA REPUBLICA, CR; MINISTERIO DE SALUD, CR. 1988. Decreto N° 17923-S Reglamento para Ferias, Turnos y Similares. Consultado: 3 de junio del 2011. Disponible en: www.reglatec.go.cr/decretos/17923.pdf.

PRIMER PRESIDENTE EN EJERCICIO DE LA REPUBLICA, CR; MINISTERIO DE SALUD, CR. 2011. Propuesta al Reglamento para los Servicios de Alimentación al Público. Consultado 19 de noviembre del 2011. Disponible en: <http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/menu-principal-proyectos-y-propuestas-ms>.

PROCOMER, 2012. Portal Estadístico de Comercio Exterior. Consultado 10 de diciembre del 2011. Disponible en: <http://servicios.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>.

REYES, C. Sanidad e Higiene Alimentaria. ITAB (Instituto Técnico de Alimentos y Bebidas). Consultado 5 dic 2011. Disponible en http://www.educapalimentos.org/libros/manual_de_higiene_y_seguridad_alimentaria_todo.pdf.

RODRIGUEZ-CAVALLINI, E.; RODRIGUEZ, C.; GAMBOA, M del M. ; ARIAS. 2010. Microbiological evaluation of ready-to-eat foods manufactured by small Costa Rican industries. Arch Latinoam Nutr. 2010 Jun; 60 (2):179-83. Consultado 5 enero 2011. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21427886>.

SECRETARÍA DE SALUD DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 2009. Norma oficial mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Consultado 3 de febrero del 2012. Disponible en <http://www.dof.gob.mx/documentos/3980/salud/salud.htm>.

USDA (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS), 2011. How Temperatures Affect Food. Consultado: 28 de mayo de 2011.

Disponible en;
http://www.fsis.usda.gov/factsheets/how_temperatures_affect_food/index.asp
p.

USDA (United States Department of Agriculture), 2011. Foodborne Illness: What Consumers Need to Know. Consultado 14 dic 2011. Disponible en http://www.fsis.usda.gov/Fact_Sheets/Foodborne_Illness_What_Consumers_Need_to_Know/index.asp.

WFS (THE WORLD OF FOOD SCIENCE), 2011. Resumen de la situación científica: Enfermedades transmitidas a través de los alimentos. Consultado 17 dic 2011. Disponible en <http://www.worldfoodscience.org/cms/?pid=1001315>.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1: Acta del Proyecto Final de Graduación



ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Análisis y recomendación de valores de temperatura máxima de refrigeración y mínima de mantenimiento en caliente para alimentos listos para ser consumidos en Costa Rica.

Nombre y apellidos: Laura Brenes Peralta

Lugar de residencia: San Pedro, Montes de Oca en San José, Costa Rica.

Institución: Universidad para la Cooperación Internacional.

Cargo / puesto: Estudiante

Información principal y autorización del PFG
Fecha: 1-10-11
Fecha de inicio del proyecto: 7-11-11
Tipo de PFG: (tesina / artículo) Tesina
Objetivos del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> • Brindar una recomendación para la armonización en la legislación nacional costarricense del valor máximo de refrigeración y mínimo de mantenimiento en caliente para alimentos listos para ser consumidos. • Determinar con base en el comercio internacional la conveniencia de elección de uno u otro valor de temperatura de refrigeración y de mantenimiento en caliente. • Analizar las implicaciones en la proliferación de patógenos importantes en las ETAs la elección de valores de temperaturas de refrigeración y mantenimiento en caliente. • Elaborar una matriz de valores de temperatura de refrigeración y de mantenimiento en caliente contenida en legislaciones a nivel internacional que sirva como parámetro de consulta para el gobierno, consumidores y empresarios.
Descripción del producto: Tesina en la cual se aborda las implicaciones a nivel de microbiología de alimentos e inocuidad de alimentos, legislación internacional y nacional, e importancia dentro del comercio internacional. Se pretende realizar un análisis y síntesis de esta información con el fin de concluir con una recomendación de un valor máximo para refrigeración de alimentos y un valor mínimo para mantenimiento en caliente de alimentos listos para ser consumidos.
Necesidad del proyecto: El comercio internacional de alimentos obliga a que los países deban cumplir regulaciones internacionales con el fin de poder exportar los alimentos a otros destinos. Estas



regulaciones internacionales, las de los países destino del alimento y las del país en el que se produce el alimento no siempre coinciden. De ahí el esfuerzo que ha llevado a cabo un organismo internacional como el CODEX para unificar criterios en una sola normativa internacional que permita guiar a los países. No obstante, en materia de temperatura de refrigeración para alimentos listos para consumir hay una variación entre los 4 y los 8 grados de valor límite superior para el almacenamiento. Por ejemplo Estados Unidos y Codex establecen un límite superior de 4 grados centígrados mientras que México establece 7 grados centígrados. En Costa Rica una revisión de la legislación ha permitido observar que unas normativas hacen referencias a otras y al final ninguna puntualiza un valor de temperatura superior límite lo cual evidencia un vacío en términos de legislación nacional y por ende una desprotección a la población. En el caso de la temperatura de mantenimiento de alimentos en caliente en Costa Rica la única ley que estipula un valor (Reglamento de Ferias y Turnos) establece 65 grados centígrados para mantenimiento de productos en caliente, el cual se encuentra al menos cinco grados por encima de la estipulada a nivel de CODEX y 7 grados por encima de lo estipulado en Food Code de Estados Unidos, lo cual a nivel de inocuidad brinda una mayor protección pero a nivel de calidad de los alimentos puede brindar una serie de trabas al empresario y de pérdidas de calidad por un alimento mantenido innecesariamente caliente por periodos largos. ¿Cuál debería ser el límite de refrigeración y de mantenimiento de alimentos calientes que establezca Costa Rica y con base en qué criterios? ¿Cuál es la relación entre este límite y la posible incidencia de ETAs en el país, asimismo, qué relación hay entre el comercio internacional y la elección de un valor u otro? Todas estas preguntas llevan a cuestionarse el tema seleccionado.

Justificación de impacto del proyecto:

Contar con una base sólida para la elección de valores de temperatura de refrigeración y mantenimiento en caliente que proteja a los consumidores y facilite el comercio internacional con el fin de que se pudiera tomar como base para un análisis de la legislación alimentaria costarricense.

Restricciones:

La obtención de la información se va a basar a nivel internacional en el acceso que permita brindar Internet. A nivel nacional igualmente el acceso a internet más apoyo de diversas instituciones del gobierno como el Ministerio de Salud.

Entregables:

Avances convenidos con la profesora tutora, para al final entregar una tesina.

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s): empresarios, personeros de instituciones del gobierno.

Cliente(s) indirecto(s): consumidores

Aprobado por (Tutor):

Giannina Lavagni Bolaños

Giannina Lavagni Bolaños

Estudiante:

Laura Brenes Peralta

Laura Brenes Peralta

8.2 Anexo 2: Información estipuladas en legislaciones de varios países u organismos internacionales relacionada con la temperatura de refrigeración y temperatura de almacenamiento en caliente de los alimentos.

8.2.1 Costa Rica

Decreto N° 19479-S Reglamento de los servicios de alimentación al público

Artículo 57°---“*Todo establecimiento contará con los sistemas de refrigeración necesarios para el mantenimiento de los alimentos perecederos y potencialmente peligrosos. Dichos equipos estarán dotados de termómetros calibrados en grados centígrados, emplazados de forma que midan la temperatura del aire en el lugar más caliente. Artículo 59°*---*Se deberá poseer el equipo necesario para mantener en caliente la temperatura requerida por los alimentos considerados potencialmente peligrosos (65°C)” (Presidente de la República de Costa Rica y Ministerio de Salud de Costa Rica, 1990).*

Decreto N° 17923-S Reglamento para Ferias, Turnos y Similares “De las del

almacenamiento bajo refrigeración: Artículo 29.---*Los servicios de alimentación clasificados en el artículo 22, requerirán obligatoriamente de instalaciones de refrigeración, convenientemente ubicadas para asegurar el mantenimiento de alimentos denominados potencialmente peligrosos a las temperaturas requeridas por el Ministerio de Salud” (Primer Presidente en Ejercicio de la República de Costa Rica y Ministerio de Salud de Costa Rica, 1988).*

**“Propuesta de Reglamento para los Servicios de Alimentación al público”
(Primer Presidente en Ejercicio de la República de Costa Rica).**

△ *“ Los equipos de refrigeración o congelación deben mantenerse en buen estado higiénico y de funcionamiento, además, tener la capacidad de conservar los alimentos en un rango hasta 5°C o menos y de -12 °C a -18°C respectivamente”*

△ *“En caso de contar con servicio de buffet, los alimentos deben conservarse en equipos o sistemas que permitan mantenerlos a temperatura mayor o igual a 60°C. Cada recipiente con comida debe tener su propio utensilio para servir, a fin de evitar posible contaminación cruzada”.*

△ *“La conservación de alimentos como pollo rostizado, frito, carnes preparadas entre otros alimentos pueden mantenerse en urnas o exhibidores con bombillos o reflectores con protección y deben alcanzar una temperatura igual o mayor a 60 °C”.*

△ *“Los vehículos y/o contenedores térmicos destinados a transportar alimentos calientes deberán estar diseñados para mantener los alimentos a 60°C o más,*

△ *d) De igual forma cuando se transporta alimentos fríos, la temperatura de éstos debe mantenerse a 5°C o menos”.*

8.2.2 Centroamérica

Para Centroamérica se toma como base el **Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06** (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMERCIO, s.f.). Este no indica valores específicos de temperatura sino que da la siguiente directriz para el punto 10.2 llamado “Operaciones de Manufactura”:

“Todo el proceso de fabricación de alimentos, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento deben realizarse en condiciones sanitarias siguiendo los procedimientos establecidos. Estos deben estar documentados, incluyendo:....

b) Controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y

Evitar la contaminación del alimento; tales como: tiempo, temperatura, pH y humedad” (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMERCIO, s.f)

8.2.3 Nicaragua

Nicaragua es de los principales destinos de las exportaciones de Costa Rica dentro de Centroamérica. Este país cuenta con una norma llamada “**Norma técnica obligatoria nicaragüense de almacenamiento de productos alimenticios**” (28). Con respecto a la temperatura esta norma indica lo siguiente:

“8.2 Operaciones de manufactura:

Todo el proceso de fabricación de alimentos, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento deben realizarse en condiciones sanitarias siguiendo los procedimientos establecidos. Estos deben estar documentados, incluyendo:

b) Controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento; tales como: tiempo, temperatura, pH y humedad“. (28)

8.2.4 México:

En México existe una norma llamada **“Norma oficial mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios** (30) y esta indica lo siguiente:

“7.3.3 Los alimentos preparados y listos para servir y los que se encuentran en barras de exhibición, deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Los que se sirven calientes mantenerse a una temperatura mayor a 60° C (140° F), y*
- b) Los que se sirven fríos a una temperatura de 7° C (45° F) o menos” (29).*

8.2.5 Estados Unidos de Norteamérica:

Este país publica en el 2001 su llamado Código Alimentario y en el 2003 realiza enmiendas a este código. Respecto a mantenimiento en caliente y en frío de alimentos la enmienda menciona lo siguiente:

“3-501.16 Alimentos Potencialmente Peligrosos, Mantenidos Caliente y Frío.

(A) Excepto durante la preparación, cocción o enfriamiento o cuando se usa el tiempo como control de salud pública como especificado bajo § 3-501.19 y excepto según se especifica en ¶(B) de esta sección, el ALIMENTO POTENCIALMENTE PELIGROSO tiene que mantenerse:

(1) A 135°F (57°C) o más, excepto asados cocidos a una temperatura y por un tiempo especificados en ¶3-401.11 (B) o recalentado como especificado en ¶3-403.11 (E) que pueden ser mantenidos a una temperatura de 130°F (54°C) o más; o

(2) A una temperatura especificada a continuación:

(a) 41°F (5°C) o menos; o

(b) 45°F (7°C) o entre 41°F (5°C) y 45°F (7°C) en un EQUIPO de refrigeración existente, el cual es incapaz de mantener el ALIMENTO a 41°F (5°C) o menos, si:

(i) El EQUIPO está en uso en el ESTABLECIMIENTO DE ALIMENTO; y

(ii) Si dentro de los cinco años siguientes a la adopción de este Código por la AUTORIDAD REGULADORA, el EQUIPO es

actualizado o remplazado para mantener el ALIMENTO a una temperatura de 41°F (5°C) o menos.

(B) (B) Los HUEVOS en cascarón que no han sido tratados para destruir toda la Salmonella viable tienen que almacenarse en un EQUIPO refrigerado que sea capaz de mantener una temperatura ambiente del aire de 45°F (7°C) o menos” (FAO, 200):

Las excepciones al mantenimiento a las temperaturas de 57° C para mantenimiento en caliente y 5° C para frío son las siguientes:

- De acuerdo con la sección 3-501.19 cuando el alimento se mantiene fuera de control de temperatura se puede llevar a cabo un control del tiempo que el alimento está fuera de la zona de temperatura entre 5° C y 57° C, permitiéndose un máximo de 4 horas. La Administración de Drogas y Alimentos permite por lo tanto que se lleve a cabo ya sea un control de temperatura o un control de tiempo para el mantenimiento en caliente o en frío.
-
- Según la sección 3-401.11(B) *aquellos alimentos cárnicos o “asados” como lo llama el código que se cocinen según los siguientes tiempos y temperaturas pueden mantenerse calientes a temperaturas de 54° C:*

Cuadro 5. Temperaturas de cocción de asados según el código alimentario de Estados Unidos que permiten mantener el alimento a una temperatura de 54° C en lugar de a 57° C.

Tipo de Horno		Temperatura del Horno Basada en el Peso del Asado	
Menos de 4.5 kg (10 lbs.)		4.5 kg (10 lbs. o más)	
Horno Seco Fijo	350°F (177°C) o más	250°F (121°C) o más	
Convección	325°F (163°C) o más	250°F (121°C) o más	
Alto en Humedad ¹	250°F (121°C) o menos	250°F (121°C) o menos	
¹ Humedad relativa mayor de 90% por lo menos una hora según medido en la cámara de cocción o entrada del horno; o en una funda impermeable que ofrezca 100% de humedad			

•

De acuerdo con la sección 3-501.17 cuando no se puede llegar a la temperatura de refrigeración de 5° C ya sea porque el equipo se compró antes de que se estipulara el código alimentario o por otro impedimento, entonces se podrá almacenar a 7° C siempre y cuando la vida de anaquel sea de 4 días. De almacenarse a 5° C la vida de anaquel podría ser de 7 días. La sección 3-403.11 establece que aquellos alimentos que van a ser recalentados para posteriormente mantenerse en caliente, deben ser sometidos a un proceso térmico que permita alcanzar:

- 74° C en todas sus partes por al menos 15 segundos y luego mantener en caliente
- Si se calienta en microondas igualmente debe alcanzar temperaturas de 75° C, mezclarse, taparse y mantenerse durante dos minutos

adicionales y posterior al tiempo de cocción antes de consumir, para asegurarse la distribución de temperatura en el alimento.

- A 75° C pero no puede pasar más de dos horas en llegar a esa temperatura desde que sale de temperatura de refrigeración.
- A 75° C para un asado que es recalentado utilizando temperaturas como las del cuadro 5.

8.2.6 Canadá

La legislación canadiense llamada “**Consolidated Newfoundland And Labrador Regulation 1022/96**” menciona lo siguiente:

“Alimentos peligrosos, diferentes de aquellos herméticamente sellados, que han sido sometidos a un proceso suficiente para prevenir la producción de toxinas o la sobrevivencia de bacterias patógenos formadores de esporas, deben ser distribuidos, mantenidos, almacenados, transportados, exhibidos, vendidos u ofrecidos de tal forma que se garantice que la temperatura interna del alimento sea de:

- 4° C o menor o,
- 60° C o mayor.

Con excepción de aquellos periodos de tiempo necesarios para la preparación, procesamiento y manufactura del alimento” (31).

8.2.7 Chile

El **Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile** estipula lo siguiente:

“ARTÍCULO 74.- *Los puestos emplazados en ferias libres, como también los quioscos, casetas y carros que carezcan de conexiones a las redes de agua potable, alcantarillado y los vendedores ambulantes, sólo podrán expender:*²

- *Disponer de un sistema de frío, que permita mantener a temperatura de refrigeración (0°C - 5°C), los productos alimenticios antes señalados, durante toda la jornada de trabajo de la feria.*

ARTÍCULO 187.- *Para reducir al mínimo la actividad microbiológica, los alimentos precocidos destinados a la congelación rápida, deberán enfriarse lo más rápidamente posible en aparatos adecuados y someterse de inmediato al proceso de congelación. Cuando ello no sea posible el alimento deberá conservarse a una temperatura superior a los 60 ° C medido en el punto más frío del producto hasta que pueda efectuarse el enfriamiento y la subsiguiente congelación rápida” (MINISTERIO DE SALUD DE CHILE, 2010).*

² Inciso modificado, como aparece en el texto, por el Art. 1°, I, N° 2.-, del Dto. 214/05, del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial de 04.02.06

8.2.8 Unión Europea

En la Unión Europea existen los reglamentos así como las directrices. Las primeras se aplican a todos los países miembros mientras que las segundas permiten que los países elijan la forma y métodos para aplicarlo en sus países. La Unión Europea se crea en 1996 y en el año 2000 a raíz del debate generado por el llamado "*Libro Verde sobre los principios generales de la legislación alimentaria de la Unión Europea*"; es que se deriva y crea el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria.

El libro blanco conlleva a que se publique el reglamento 178/2002 por medio del cual se establecen requisitos para la legislación alimentaria y las bases para la llamada Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. En el 2004 se publican los siguientes reglamentos:

- higiene alimentaria (Reglamento (CE) 852/2004)
- normas específicas de higiene para los productos alimentarios de origen animal (Reglamento (CE) 853/2004)
- controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano (Reglamento (CE) 854/2004)
- controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales (Reglamento (CE) 882/2004) (FAO, 2006)

De estos cuatro reglamentos ninguno menciona valores de refrigeración y mantenimiento en caliente para alimentos listos para ser consumidos. El enfoque se basa en lograr los controles tales que permitan controlar posibles riesgos alimentarios utilizando las herramientas derivadas del análisis, gestión y comunicación del riesgo.

A continuación un extracto de la información en algunas de estas reglamentaciones:

Reglamento (ce) nº 852/2004 del parlamento europeo y del consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios dice: *“Cuando los productos alimenticios deban conservarse o servirse a bajas temperaturas, deberán refrigerarse cuanto antes, una vez concluida la fase del tratamiento térmico, o la fase final de la preparación en caso de que éste no se aplique, a una temperatura que no dé lugar a riesgos para la salud”* (EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPA,2011)

Por otro lado el artículo 5 de este reglamento indica que *“se requiere que los operadores de industrias alimentarias mantengan procedimientos basados en principios de HACCP con el fin de identificar y monitorear riesgos, y asegurar que se ejecutan los controles necesarios para eliminar o minimizar el riesgo a los consumidores”*.

Reglamento (ce) nº 853/2004 del parlamento europeo y del consejo del 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. Este documento establece criterios exhaustivos de temperatura para el manejo de alimentos crudos derivados de animales, pescados

y mariscos. No establece criterios para alimentos listos para ser consumidos y procesados (36) con excepción de huevos, chicharrones, estómagos, vejigas, intestinos y leche:

Huevos: *“Los productos que no hayan sido estabilizados para mantenerse a temperatura ambiente deberán refrigerarse a una temperatura que no exceda de 4°C. Los productos para congelación deberán congelarse inmediatamente después de la transformación”.*

Chicharrones: *“b) Cuando los chicharrones se obtengan a una temperatura superior a 70°C y su contenido de agua sea del 10% (m/m) o superior, deberán almacenarse:*

i) a una temperatura no superior a 7°C durante un espacio de tiempo no superior a 48 horas o a cualquier relación tiempo/temperatura que ofrezca una garantía equivalente, o

ii) a una temperatura no superior a -18°C.

c) Cuando los chicharrones se obtengan a una temperatura superior a 70°C y su contenido

de agua sea inferior al 10% (m/m), no habrá ninguna condición particular”.

Estómagos, vejigas e intestinos: *“los estómagos, vejigas e intestinos: tratados que no puedan conservarse a la temperatura ambiente deberán almacenarse refrigerados utilizando las instalaciones previstas a tal fin hasta su expedición. En particular, los productos que no estén salados o secados deberán conservarse a una temperatura no superior a 3°C”.*

Leche: *En el caso de la leche menciona que esta se debe mantener a una temperatura de 6°C. Sin embargo, los operadores de empresa alimentaria podrán mantener la leche a una temperatura más alta si:*

a) la transformación tiene lugar inmediatamente después del ordeño o dentro de las 4 horas siguientes a su aceptación en el establecimiento de transformación (EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS), 1993.

DIRECTIVA 93/43/CEE DEL CONSEJO de 14 de junio de 1993 relativa a la higiene de los productos alimenticios

“4. Las materias primas, ingredientes, productos semiacabados y productos acabados que puedan contribuir a la multiplicación de microorganismos patógenos o a la formación de toxinas deberán conservarse a temperaturas que no den lugar a riesgos para la salud. Siempre que ello sea compatible con la seguridad de los alimentos, se permitirán períodos limitados no sometidos al control de temperatura cuando sea necesario por necesidades prácticas de manipulación durante la preparación, transporte, almacenamiento, presentación y entrega de los alimentos”(CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 37)

8.2.9 Reino Unido

De acuerdo con la **Food Standards Agency (FOOD STANDARDS AGENCY, 2004)** en el Reino Unido aplican los siguientes controles para mantenimiento en caliente y en frío de los alimentos:

- Se requiere un control de temperatura para aquellos alimentos cocidos como carne, pescado, huevos, leche, queso, cereales, frutas y vegetales.

- Aquellos alimentos en los que podrían proliferar microorganismos patógenos o la formación de toxinas deben ser mantenidos a 8° C o menos, o a 63° C o más.
- En un proceso legal donde algún alimento no haya sido mantenido a o por debajo de 8°C las autoridades tendrían la carga de demostrar que el alimento en cuestión es capaz de soportar el crecimiento de microorganismos patógenos o la formación de toxinas.
- Excepciones al mantenimiento en frío incluyen circunstancias para algunos alimentos que, aunque pueden soportar el crecimiento de microorganismos patógenos o la formación de toxinas, no constituyen un riesgo debido a que el tiempo fuera de control de temperatura es limitado. Así se reconoce que el riesgo de proliferación de patógenos o formación de toxinas depende de una combinación de tiempo y temperatura de exposición del alimento.
- Una excepción, o un criterio de defensa de aquel que incumple con el requerimiento de temperatura, es demostrar que el alimento estaba en exhibición para la venta por un único periodo no mayor a 4 horas. Antes de cumplirse este tiempo fuera de control de temperatura el alimento puede ser puesto en refrigeración hasta que sea servido, vendido o descartado. Después del periodo de tolerancia el alimento debe ser descartado.
- Un periodo fuera de control de temperatura de dos horas posiblemente no será cuestionado por las autoridades pero sí un tiempo de cuatro horas. Un tiempo superior a cuatro horas debe ser justificado y acompañado de un análisis HACCP.
- Un establecimiento también puede ofrecer defensa ante no tener un alimento a 8°C si:
 - A) El productor o fabricante del alimento recomienda que i) se mantenga a una temperatura específica entre 8°C y temperatura ambiente, y ii) por un periodo que no exceda su vida útil

- B) esta recomendación se ha efectuado ya sea por medio de una etiqueta en el empaque del producto o alguna otra forma de instrucción escrita
- Un alimento microbiológicamente no seguro es aquel que contiene niveles de patógenos o de sus toxinas que podrían resultar perjudiciales para la salud de quien consuma el alimento. Todos los alimentos deben ser mantenidos a condiciones que mantengan su inocuidad. El trabajo científico debe claramente demostrar que la seguridad microbiológica del alimento no se va a ver comprometida por el almacenamiento o manejo a temperaturas superiores a las estipuladas.
- Un procesador o manufacturero puede recomendar almacenar un alimento a una temperatura superior a 8° C pero debe conocer las características microbiológicas del alimento y estar seguros de su inocuidad a temperaturas más altas.
- Aquellos alimentos que han sido cocinados o recalentados y deben mantenerse calientes para controlar el crecimiento de microorganismos patógenos o la formación de toxinas deben mantenerse a temperaturas iguales o superiores a 63° C. Esto aplicaría para alimentos en los que puedan proliferar microorganismos o en los que se puedan formar toxinas.
- Excepciones a esto se pueden dar o, un establecimiento se puede defender ante incumplimiento de esta temperatura si lleva a cabo un trabajo científico y concluye que el producto es inocuo a una temperatura inferior a 63° C por un periodo de tiempo específico, y que el alimento ha sido almacenado de tal forma como se especifica en el estudio científico. La referencia habla sobre qué constituye un trabajo científico.
- Un periodo de tolerancia establecido para alimentos que deban mantenerse calientes es no mantener el alimento por un único periodo superior a dos horas fuera del control de temperatura. Posterior a este periodo de

tolerancia el alimento tendría que enfriarse lo más rápidamente posible a una temperatura de 8° C o inferior o ser descartado.

- Se permite que el alimento esté por debajo de 63° C durante el periodo que toma su preparación.
- Se permite que el alimento esté por debajo de 63° C si el consumo va a ser inmediato. Aquel alimento que deba exponerse para la venta no está exento.

8.2.10 Comisión del Codex Alimentarius

Al respecto, este órgano adscrito a las Naciones Unidas estipula en su reglamento llamado **Código De Prácticas De Higiene para los Alimentos Precocinados y Cocinados Utilizados en los Servicios de Comidas para Colectividades Cac/Rcp 39-19931**. lo siguiente (COMISION DEL CODEX ALIMENTARIUS,1993.)

“7.7.3 Apenas termina la fase de enfriamiento, los productos deberán almacenarse en un refrigerador. La temperatura no deberá exceder de +4°C.en cualesquiera partes del producto, y deberá mantenerse hasta el uso final. Es necesario controlar periódicamente la temperatura de almacenamiento.

7.7.4 El período de almacenamiento entre la preparación del alimento enfriado y su consumo no deberá ser superior a cinco días, incluidos el de cocinado y el de consumo.

Nota: El período de almacenamiento de cinco días está directamente relacionado con la temperatura de almacenamiento de +4°C.

7.8.3 Los alimentos cocinados congelados pueden almacenarse a una temperatura igual o inferior a +4 C, pero por no más de cinco días, y no deberán congelarse nuevamente.

7.10.2 El alimento recalentado deberá llegar al consumidor lo antes posible, y a una temperatura de por lo menos 60° C.

Nota: Para reducir al mínimo la pérdida de propiedades organolépticas del alimento, éste deberá mantenerse a una temperatura de 60°C o más, por el menor tiempo posible.

7.10.3 Todos los alimentos que no se consuman se descartarán y no volverán a calentarse ni se devolverán al almacén refrigerador o congelador.

7.10.4 En los establecimientos de autoservicio, el sistema de distribución deberá ser tal que los alimentos ofrecidos estén protegidos contra la contaminación directa que podría derivar de la proximidad o la acción del consumidor. La temperatura del alimento deberá ser inferior a 4° C o superior a 60°C.