



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y  
Toxicología  
Chile

Armstrong G., Waldo; Quintana D., Luis; Chesta S., Verónica  
EVALUACIÓN DE LA CADENA DE FRÍO EN CINCO FÁBRICAS DE CECINAS Y SU IMPLICANCIA  
EN EL RECUENTO MICROBIOLÓGICO

Revista Chilena de Nutrición, vol. 39, núm. 1, marzo, 2012, pp. 53-61  
Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología  
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46922456006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# EVALUACIÓN DE LA CADENA DE FRÍO EN CINCO FÁBRICAS DE CECINAS Y SU IMPLICANCIA EN EL RECUENTO MICROBIOLÓGICO

## EVALUATION OF THE COLD CHAIN IN FIVE PROCESSED MEAT FACTORIES IN CHILE AND THE IMPLICATIONS FOR THE MICROBIOLOGICAL COUNT

Waldo Armstrong G. (1), Luis Quintana D. (2), Verónica Chesta S. (3)

(1) Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Temuco, Chile.

(2) Jefe de Laboratorio Seremi de Salud Región de la Araucanía, Temuco, Chile.

(3) Unidad de Alimentos y Zoonosis, Seremi de Salud Región de la Araucanía, Temuco, Chile.

### ABSTRACT

*The food health regulations from Chile control their manufacturing, distribution and storage. Due to the lack of published data on the implementation of the regulations, we evaluated the continuity of the cold chain in five factories of sausages, using pate and cheese head as control products. The results showed deficiencies in the maintenance of cold chain, mainly in the distribution and retailing of products. In addition, statistically significant differences (Student t test) were detected between the bacterial count of initial sample (at the factory) and final (after 5 days,  $p<0.05$ ), indicating the breakdown of the cold food chain and the increase in microbial load. Since food preservation has a direct impact on public health of the population, further studies are needed to evaluate the cold chain operation in Chile.*

**Key words:** Cold chain, food preservation, food market.

Este trabajo fue recibido el 7 de Marzo de 2011, aceptado con modificaciones el 26 de Mayo de 2011  
y aceptado para ser publicado el 30 de Diciembre de 2011.

### INTRODUCCIÓN

En el mundo actual la economía alimentaria debe estar ligada a la seguridad alimentaria, concepto que ha adquirido un nuevo enfoque producto de la globalización en el comercio de alimentos, donde los sistemas de HACCP se han introducido con fuerza para producir alimentos seguros, acorde a los requerimientos sanitarios de la población (1 - 3).

Aproximadamente la mitad de los alimentos producidos en el mundo son perecederos y las causas de esto hay que buscarlas en los procesos físico-químicos, enzimáticos y microbianos que alteran los productos. Con la finalidad de inhibir o ralentizar dichos procesos la ingeniería en alimentos ha desarrollado diversos sistemas de conservación, que actúan esencialmente bajo procesos químicos o físicos; dentro de éstos últimos la aplicación del frío es uno de los procesos mas utilizados

para la conservación de alimentos (4).

La cadena de frío, término utilizado por primera vez alrededor de 1908, se define como el conjunto de etapas sucesivas en la producción, proceso y comercialización de los productos alimenticios perecederos (5). Esta es parte importante en la preservación y conservación de alimentos, especialmente en una sociedad moderna donde la refrigeración es uno de los métodos más utilizados para la conservación de alimentos perecibles (6).

Una incorrecta manipulación de los procesos involucrados en la cadena de frío incrementa el riesgo potencial de que microorganismos peligrosos para la salud humana proliferen y produzcan enfermedades alimentarias (6). En países desarrollados se estima que un tercio de la población es afectada por enfermedades alimentarias cada año. Por otra parte, en países menos desarrollados las enfermedades alimentarias y aquellas

causadas por aguas contaminadas producen la muerte de millones de personas al año (7). Por lo tanto, una incorrecta manipulación o manejo de los alimentos genera un fuerte impacto en la salud de la población (8).

Las cecinas son productos perecibles que en general necesitan almacenarse bajo temperatura de refrigeración, si esto no se produce se pueden originar alteraciones organolépticas o incluso desarrollarse organismos patógenos que pueden producir alteraciones en la salud de las personas (8,9).

En Chile existe el Reglamento Sanitario de los Alimentos (9), promulgado el año 1996 y que se actualiza conforme se adoptan criterios más estrictos o nuevas tecnologías para la elaboración, traslado y mantención de los alimentos. En el reglamento se definen los distintos tipos de alimentos y se dictan las normas de cómo deben ser fabricados, manipulados, distribuidos y almacenados todos los productos alimenticios; sin embargo, no existen estudios que evalúen el cumplimiento de dichas normas y menos sobre la aplicación de la cadena de frío en sus distintas etapas. Debido a esta falta de información el objetivo de este estudio fue evaluar el funcionamiento de la cadena de frío en fábricas de cecinas de la región de la Araucanía y determinar si se puede relacionar la ruptura de la cadena de frío con un aumento en la carga microbiológica en los alimentos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Determinación de las fábricas a muestrear

La elección de las fábricas fue dirigida en base a dos criterios: el primero, contar con una alta producción regional para asegurar la distribución aleatoria de las muestras que serían monitoreadas para el control de temperatura; el segundo criterio, determinó el número definitivo de fábricas a muestrear, era el número de muestras que el laboratorio de la Seremi de Salud Araucanía podría procesar sin interferir en sus labores normales. Bajo estos dos criterios se determinó que serían 5 las fábricas muestreadas.

### Control de temperatura

Considerando el volumen de producción y la facilidad de realizar un seguimiento a la cadena de frío, se escogieron 5 fábricas de cecinas. El estudio se llevó a cabo entre los meses de abril y julio del año 2005.

Para evaluar la temperatura de las cámaras de refrigeración se utilizaron termómetros digitales de pincho y se realizaron mediciones bajo el siguiente esquema: se evaluaron 4 puntos dentro de las cámaras de refrigeración correspondientes a las 2 esquinas más cercanas a la puerta y las 2 esquinas del fondo, realizando estas

mediciones en el punto medio entre el suelo y el techo. Con estas 4 mediciones, mas el registro de la temperatura mostrada por el sensor o termómetro del equipo, se caracterizaban las cámaras de frío que almacenaban los productos en estudio. Este método para la medición de temperatura se realizó considerando la distribución del frío dentro de las cámaras, ya que la temperatura de los sistemas de refrigeración está directamente influenciada por patrones de aire que se distribuyen dentro los equipos (10).

En los locales de venta minorista, para evaluar la temperatura de los productos entregados por las fábricas de cecinas, el protocolo de muestreo dependía del equipo refrigerado en que se almacenaban. Si los productos se almacenaban en vitrinas refrigeradas, se medía la temperatura en 2 puntos cercanos a los extremos del equipo y a la vez se registraba la temperatura indicada en el sensor o en su defecto en el termómetro que por ley deben tener estos equipos (9). Si el local minorista tenía los productos en cámaras de refrigeración, se procedía de la misma forma que en las cámaras de las fábricas.

Para realizar la medición de temperatura se utilizaron 2 tipos de termómetros: termómetros digitales de pincho (Long stem thermometer®) y data logger (FlashLink® Data logger), los cuales fueron contrastados con un termómetro ASTM 36C Labortherm N, calibración N° 40698 CESMEC<sup>1</sup>, para obtener los rangos de tolerancia que fueron en promedio de +/- 0,1°C.

Los termómetros de pincho se utilizaron para obtener una medición rápida de temperaturas, tanto ambientales como del núcleo de los productos. Por otra parte, los data logger fueron utilizados para el seguimiento de los productos, programándose para realizar mediciones de temperatura cada 1 minuto 30 segundos y con capacidad para almacenar datos por 7 días de mediciones continuas. Estos equipos poseen 2 sondas para medir temperatura: una interna ubicada en la caja del equipo, utilizada para medir temperaturas ambientales y una externa que se extiende en un pincho de acero inoxidable, utilizada para medir las variaciones de temperatura en el núcleo de los productos. Los data logger se programaron en un computador personal con sistema operativo Windows XP® vía puerto paralelo, el mismo que se utilizaría para descargar los datos.

### Seguimiento de los productos

El proceso comenzaba utilizando el termómetro digital de pincho para medir la temperatura en dos productos: paté de cerdo y queso de cabeza, a los cuales también se les realizaba el primer muestreo microbiológico.

<sup>1</sup>. Centro de Estudios, Medición y Certificación de Calidad Ltda., Chile.

Junto con el registro de temperatura del producto, se chequeaba la temperatura de las cámaras de refrigerado bajo el esquema indicado anteriormente.

Los productos muestreados consistían en 2 piezas de paté enteras y 2 trozos, de 200 g. aprox., de queso de cabeza por fábrica. Los productos muestreados por fábrica fueron 4, por lo que considerando las 5 fábricas en estudio, se realizaron un total de 20 seguimientos para el control de temperatura mediante los data logger.

Estas muestras se siguieron durante toda la cadena de frío por un data logger, el cual se activaba en las cámaras de frío cuando los productos estaban recién elaborados y se retiraba cuando el producto llegaba a las vitrinas de venta minorista. El data logger se adjuntó en una bolsa, sellada herméticamente, con el sensor de pincho ubicado en el núcleo del producto y la caja data logger libre para registrar las temperaturas ambientales durante toda la cadena de frío.

Una vez que se informaba sobre el destino de distribución de los productos, transcurrido un promedio de 5 días, se retiraban los data logger. En el mismo lugar, con un termómetro de pincho, se chequeó la temperatura en el núcleo de los productos, la temperatura ambiente de la vitrina o de la cámara donde se almacenaban, se realizó la lectura del sensor o termómetro del equipo de refrigeración y finalmente se realizó el segundo muestreo microbiológico.

Junto con lo anterior se registró la fecha y hora del muestreo en una planilla, cuyos datos se utilizarían en el análisis de datos.

### Muestreo microbiológico

El muestreo microbiológico se realizó según el protocolo indicado en el Reglamento Sanitario de los Alimentos Chileno (RSA) (9), donde se describe que la unidad muestral de alimentos se compone de 5 subunidades.

Siguiendo el protocolo del RSA, por cada fábrica se tomaron 2 unidades de muestra en las cámaras de refrigeración de las fábricas (iniciales) y 2 unidades de muestras en los lugares donde se distribuían los productos (finales). Cada unidad se correspondía a 5 subunidades de paté (piezas enteras) y 5 subunidades de 200 g de queso de cabeza por cada muestreo inicial y la misma cantidad para los muestreos finales, es decir, un total de 20 muestras por cada fábrica y 100 muestras para RAM totales para el estudio.

Las muestras se mantuvieron a temperatura de refrigeración hasta llegar al laboratorio del Servicio de Salud Araucanía Sur, donde se les realizó el Recuento de Aeróbios Mesófilos (RAM).

La metodología utilizada para el muestreo fue la

siguiente: la muestra del queso de cabeza se obtuvo de distintas piezas con un cuchillo previamente flameado, con el que se cortaron 5 trozos de aproximadamente 200 g cada uno. En el caso del paté, se tomaron 5 piezas completas. Todo este procedimiento se realizó utilizando guantes quirúrgicos y bolsas de polietileno estériles de cierre hermético, en las mejores condiciones higiénicas posibles, para luego transportarlas en una caja térmica refrigerada hasta el laboratorio.

Todos los productos muestreados debían corresponder a la misma partida, es decir, productos elaborados con la misma materia prima, por el mismo personal, en las mismas condiciones y con la misma fecha de elaboración. De esta forma las muestras iniciales y finales serían representativas.

En el laboratorio del Servicio de Salud Araucanía Sur de Chile, se realizó el recuento de aeróbios mesófilos (RAM) a las muestras. Este método consiste en la siembra y recuento en placa de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones de aerobiosis a una temperatura de 35°C. En este tipo de recuento se estima la microflora total en unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g), sin especificar tipos de microorganismos y refleja la calidad sanitaria de un alimento, condiciones de manipulación, almacenamiento y mantención de materia prima o del producto terminado.

El criterio de aceptabilidad de un lote de cecinas cocidas para el parámetro RAM considerando cinco subunidades de muestra, indica un límite inferior de aceptabilidad ( $m$ ) de  $5,0 \times 10^4$ , un límite superior de aceptabilidad ( $M$ ) de  $5,0 \times 10^5$  y un máximo de unidades defectuosas o fuera de norma ( $c$ ) igual a 1 (9).

De la misma forma en que se tomó el muestreo microbiológico inicial, transcurridos un promedio de 5 días, se realizó un segundo muestreo en locales de venta minorista donde llegaban los productos en seguimiento.

### Análisis de datos

El análisis de temperatura fue principalmente descriptivo, con el objetivo de caracterizar la cadena de frío por medio de las temperaturas registradas en terreno y los gráficos entregados por los Data Logger. Además, se analizaron los resultados del RAM comparando las muestras iniciales obtenidas en la fábrica y las muestras finales obtenidas en los locales de venta minorista en que eran entregados estos productos. Estos resultados fueron contrastados con las mediciones de temperatura para buscar relaciones entre la cadena de frío y el RAM.

Para buscar si existían diferencias estadísticamente significativas entre en el muestreo inicial y el final, se utilizó la prueba t-student para datos pareados según el programa PRISM 3.0®, utilizando un  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los resultados de las temperaturas ambientales obtenidas en los equipos de las fábricas de cecinas y locales de venta minoristas. Como se puede observar no se registraron grandes variaciones de temperatura, lo que indicaría un manejo correcto de la cadena de frío y un indicador positivo de inocuidad alimentaria (10), ya que no se producirían procesos de deterioro en los productos asociados a actividad enzimática o aumento en la carga microbiológica (4, 7).

Para efectos legales, según indica el Reglamento

Sanitario de los Alimentos de Chile (RSA), las cecinas crudas frescas, acidificadas y cocidas se deben mantener a temperaturas de refrigeración (entre 0 - 6°C) inmediatamente después de su elaboración hasta su exposición en locales de expendio al público. Además, todas las cámaras y/o vitrinas donde se almacenan o expenden alimentos refrigerados deben contar con un termómetro o un dispositivo para el registro de temperatura. La ausencia de un dispositivo para el control de temperatura durante el período de almacenaje de alimentos refrigerados y/o congelados no sólo es una falta al reglamento,

**TABLA 1**

**Temperaturas (°C) registradas y observadas en los equipos de refrigeración de fábricas y locales de venta minorista.**

N <sup>a</sup>	TSF <sup>b</sup> (°C)	TF <sup>c</sup> (°C)	TSD <sup>d</sup> (°C)	TD <sup>e</sup> (°C)
1	0	0,5	-4	1,6
		-0,7		5,1
		0,2	7	-3
		-2,2		-3,1
2	0	4,2	-3,5	5
		-0,5		5,1
		1,6		
		-0,2		
3	0	0,9	-4	6,2
		0,2		6,5
		0,9		4,1
		1,4		6,2
4	0,3		0,3	6,5
				6,1
				6,2
				5,8
		3,1	9	7,7
		8		5,6
		3,4	13	0,8
		3,4		1,3
5	0			1,2
				1,3
		4,3	s/sf	-3,1
		4,8		-0,5
		4		
		4,2		

<sup>a</sup> n° = número de fábrica.

<sup>b</sup> TSF = temperatura indicada en el sensor de la fábrica (°C).

<sup>c</sup> TF = temperatura de las cámaras de almacenamiento en las fábricas (°C).

<sup>d</sup> TSD = temperatura indicada en el sensor del local minorista (°C).

<sup>e</sup> TD= temperatura de las vitrinas y/o cámaras del local minorista (°C).

<sup>f</sup> s/s = sin sensor o termómetro para registrar temperaturas.

sino que también es perjudicial para mantener la calidad de éstos (10, 11), ya que existen diversos factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la calidad y se asocian a la pérdida de la cadena de frío (10, 12).

En las vitrinas de 2 locales de venta minorista, para productos provenientes de la fábrica N° 4, los sensores de temperatura marcaron 7° y 13°C respectivamente, pero al registrar la temperatura en el interior de éstas sólo se registró una temperatura levemente sobre la norma (7,7°C) lo que no resultaba significativo. Sin embargo, diversos estudios demuestran que en algunos sistemas de refrigeración existen diferencias significativas en la variación espacial de temperatura (13,14) y estas mediciones puntuales podrían no reflejar la distribución real de temperatura dentro de las vitrinas. Esto se debe a que el frío se distribuye de manera desigual dentro de una cámara de refrigeración según sea el sistema utilizado, el nivel de carga e incluso la disposición de los productos (13), por lo que las variaciones observadas pudieron deberse a alguno de estos factores.

Otro resultado de interés se observó en un local de venta minorista para productos elaborados en la fábrica N° 5, el cual no contaba con el sensor de temperatura obligatorio. Esto es de cuidado ya que, a pesar de que el estudio se llevó a cabo en temporada otoño-invierno donde la mantención de temperaturas y por ende de la cadena de frío es mucho mas fácil, no se puede dejar al azar el monitoreo de las temperaturas ambientales por los problemas sanitarios y de calidad que podrían producirse en los alimentos perecibles (15). Como define Maxwell y cols. (16), el manejo de la cadena de frío es un “paraguas” para la producción sustentable y consumo inocuo de alimentos, por lo que el monitoreo de la cadena de frío debe ser constante verificar que las variaciones de temperaturas estén dentro de los rangos establecidos, de lo contrario se pueden producir alteraciones en los alimentos perecibles (17).

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos en las mediciones de temperatura del núcleo de los productos. Los resultados muestran la temperatura en los productos

TABLA 2

Temperaturas (°C) registradas en los productos almacenados en fábricas y en locales de venta minorista.

N <sup>a</sup>	<sup>b</sup> TPF (°C)	<sup>c</sup> TPM (°C)	Fecha elaboración
1	0,2	1,5	20-05-2006
	1,3	-3,0	20-05-2006
	-0,9	1,3	20-05-2002
	-0,6	-3,1	20-05-2006
2	13,1	0,7	23-05-2006
	13,1	s/r <sup>d</sup>	23-05-2002
	1,6	s/r	21-05-2006
	-0,2	3,1	21-05-2006
3	1,2	3,9	29-05-2006
	1,5	4,5	29-05-2002
	2,0	2,9	28-05-2006
	2,4	5,4	28-05-2006
4	9,4	-1,4	03-06-2006
	7,3	6,6	03-06-2006
	5,7	-0,9	01-06-2006
	5,2	-1,1	01-06-2006
5	4,1	1,3	07-06-2006
	4,3	s/r	07-06-2006
	4,5	-0,7	05-06-2006
	4,3	s/r	05-06-2006

<sup>a</sup> N= identificación de fábrica.

<sup>b</sup> TPF = temperatura de los productos registrada en la fábrica (°C).

<sup>c</sup> TPM = temperatura de los productos en el local de venta minorista (°C).

<sup>d</sup> s/r = sin registros.

en las fábricas cuando ingresaron a las cámaras de frío y la temperatura de ellos cuando fueron retirados de las vitrinas o cámaras del local de venta minorista.

En la tabla 2 muestra que, en general todos los productos se mantuvieron a temperaturas de refrigeración, a excepción de las temperaturas registradas en la fábrica N° 2 donde se encontraron productos con temperatura de núcleo de 13°C; sin embargo, revisando los datos de las planillas de registros, se debió a que los productos estaban recién elaborados y en proceso de enfriamiento en la cámara de la fábrica.

Otro registro que superó el límite máximo de temperatura se obtuvo en productos provenientes de la fábrica N° 4, donde se registraron temperaturas de entre 9,4 y 7,3°C (tabla 2). Esta variación de temperatura es de cuidado, ya que en productos perecibles puede ocasionar alteraciones en la calidad y seguridad de los alimentos (15, 17).

Los productos se siguieron por 5 días en promedio; desde su elaboración hasta el almacenaje en vitrinas venta de locales minorista. Los registros de los data logger mostraron que, en la mayoría de los productos, se mantenía la cadena de frío hasta el momento de su retiro, a excepción de lo observado en productos provenientes de la fábrica N° 4 donde se observa una ruptura

de la cadena de frío en los 2 productos. En las figuras 1 y 2, se observa una clara ruptura de las temperaturas ambientales y del núcleo de los productos.

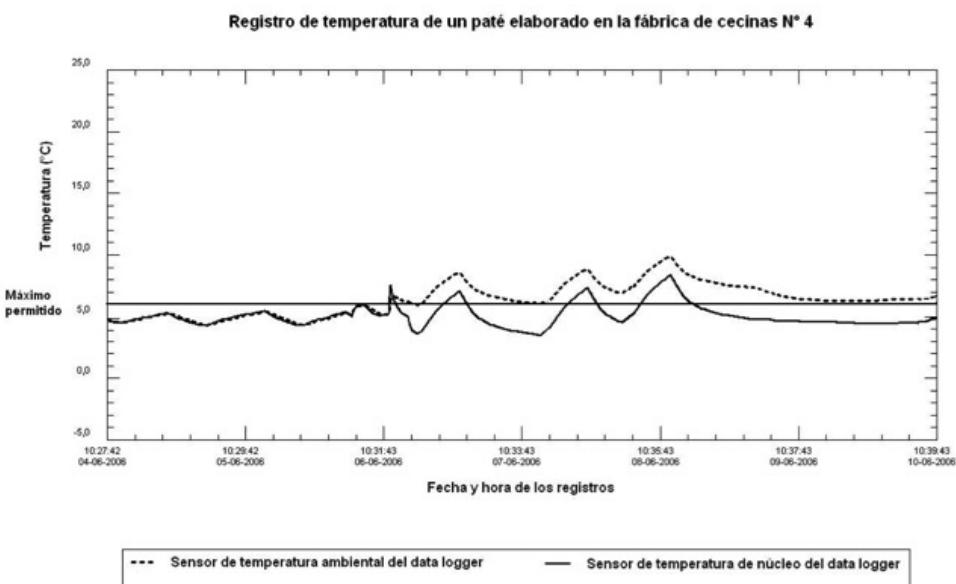
Revisando los datos del reparto entregados por la fábrica, se puede concluir que la ruptura de cadena de frío se produce en el momento en que se entregan los productos al local de venta minorista. Estas alzas de temperatura superan los 2°C por sobre el límite permitido y no sólo se producen cuando se entregan los productos, sino que una vez puestos en vitrina se observan nuevas alzas de temperatura ambiental y de núcleo que rompen la cadena de frío.

En la tabla 3 se observan los resultados de las muestras microbiológicas tomadas a los productos en las fábricas de cecinas (muestreo inicial) y en locales de venta minorista (muestreo final). Como se puede apreciar no se observan diferencias estadísticas significativas en la mayoría de los RAM, excepto en uno de éstos cuyos productos muestreados provenían de la fábrica N° 4, la misma que presentó rupturas en la cadena de frío registradas por el data logger. Aplicando el t-test, se obtuvieron diferencias significativas entre el muestreo microbiológico inicial y el final.

Debido a que los procesos metabólicos de los microorganismos presentes en los alimentos son enlentecidos

**FIGURA 1**

**Mediciones de temperatura ambiental y de núcleo (°C) realizadas durante 5 días a una pieza de paté, desde su fabricación hasta la entrega y exposición en un local minorista.**



cuando se refrigeran (18), era de esperarse que aquellas fábricas que mostraron una continuidad en la cadena de frío no tuvieran diferencias significativas en los resultados del RAM y por lo tanto, se esperaría que éstos productos mantuvieran sus características organolépticas y de inocuidad alimentaria (16) y así fue corroborado al momento de retirar los productos.

Otros resultados del RAM muestran diferencias numéricas que estadísticamente no son significativas. Sin embargo, hay que comentar que los casos donde se observa un recuento inicial mas alto que el final (tabla 3) podría ser resultado del efecto protector de la cadena de frío, ya que diversos estudios indican que la exposición de una célula bacteriana a un estrés ambiental le puede provocar un daño severo, producir alteraciones en el crecimiento o incluso causar su muerte (18,19). Por otra parte, estos resultados podrían simplemente ser variaciones al azar.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que en las fábricas y locales de venta minoristas estudiados no se puede asegurar la continuidad de la cadena de frío, ya que se observan períodos en los que las temperaturas superan los límites establecidos, lo que apoyado en la bibliografía existente

sugiere un aumento en el riesgo de producir alteraciones en la calidad y/o higiene de los alimentos.

Respecto a la relación entre la ruptura de la cadena de frío y el aumento de la carga microbiológica en los productos estudiados, si bien los resultados de RAM sugieren que existe una relación estadística, se necesita de una mayor cantidad de mediciones para reforzar este hallazgo puntual.

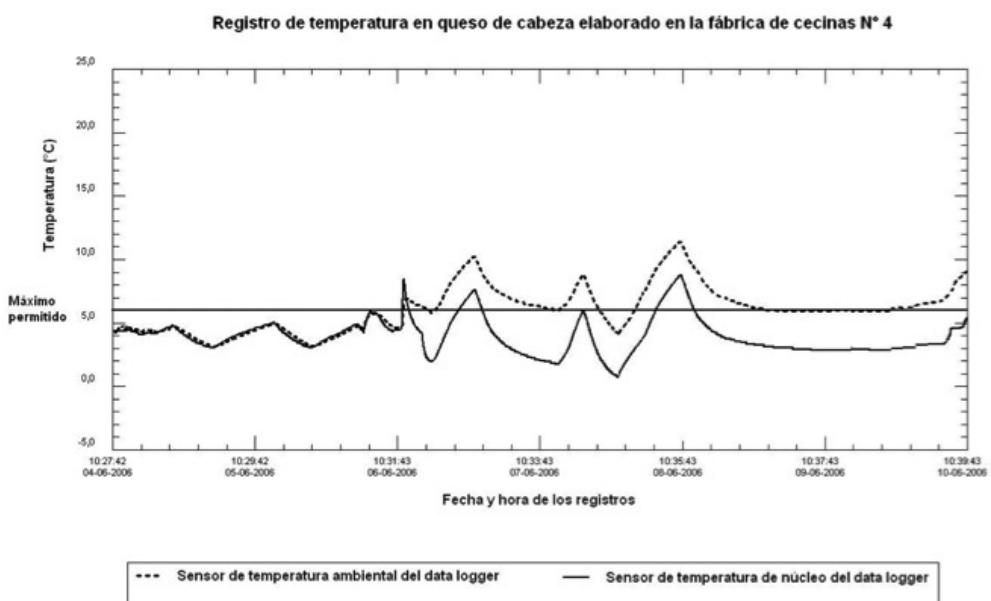
Finalmente, a pesar de que en Chile existe un Reglamento Sanitario de los Alimentos y a que las enfermedades transmitidas por alimentos se relacionan directamente con la conservación de los mismos, no existen estadísticas recientes ni estudios sobre el tema.

## RESUMEN

El Reglamento Sanitario de los Alimentos Chileno regula la fabricación, distribución y almacenamiento de éstos. Debido a la falta de datos publicados sobre la aplicación del reglamento, se evaluó la continuidad de la cadena de frío en 5 fábricas de cecinas, utilizando paté y queso de cabeza como productos controles. Los resultados mostraron deficiencias en la mantención de la cadena de frío, principalmente en la distribución y venta minorista de productos. Además, se detectaron diferencias estadísticamente significativas (prueba t de

**FIGURA 2**

**Mediciones de temperatura ambiental y de núcleo (°C) realizadas durante 5 días a una pieza de queso de cabeza, desde su fabricación hasta la entrega y exposición en un local minorista.**



Student) entre el recuento bacteriano de muestra inicial (en la fábrica) y una final (después de 5 días),  $P < 0,05$  indicando la ruptura de la cadena de frío en alimentos con el aumento de su carga microbiológica. Debido a que la conservación de alimentos repercute directamente en la salud pública de la población, se necesita de otros estudios para evaluar el funcionamiento de la cadena de frío en Chile.

**Palabras clave:** Cadena de frío, conservación de alimentos, mercado de alimentos.

**Agradecimientos:** Agradecemos a la Seremi de Salud Araucanía del Ministerio de Salud de Chile, por las facilidades entregadas para la realización de este estudio,

así como a todos aquellos funcionarios que participaron directa o indirectamente en los métodos que nos llevaron a finalizar con éxito este estudio.

Dirigir la correspondencia a:

Profesor

Waldo Armstrong G

Escuela de Medicina Veterinaria

Universidad Santo Tomás Temuco, Chile

M. Rodríguez 060, Temuco

Fono: (+56 45) 942200

Fax: 942251

E-mail: waldoarmstrong@santotomas.cl

**TABLA 3**

**Comparación del recuento de aeróbios mesófilos (RAM) entre los muestreos inicial (fábrica) y final (local de venta minorista).**

Fábrica	Muestra	Muestreo	RAM 1 (ufc/g)	RAM 2 (ufc/g)	RAM 3 (ufc/g)	RAM 4 (ufc/g)	RAM 5 (ufc/g)
1	1a	Inicial	< 2.500 c	< 2.500	< 2.500	4.900	3.100
		Final	2.700	4.000	3.000	4.200	6.900
	2b	Inicial	74.000	<25.000	81.000	<25.000	<25.000
		Final	< 2.500	< 2.500	< 2.500	3.800	4.100
2	1	Inicial	8.500	5.900	6.900	37.000	2.800
		Final	< 2.500	< 2.500	9.500	5.000	80.000
	2	Inicial	< 2.500	< 2.500	3.300	< 2.500	< 2.500
		Final	< 2.500	2.600	5.300	6.700	< 2.500
3	1	Inicial	52.000	50.000	25.000	29.000	54.000
		Final	46.000	25.000	39.000	30.000	250.000
	2	Inicial	32.000	7.400	35.000	6.100	< 2.500
		Final	55.000	4.000	6.000	< 2.500	9.000
4	1	Inicial	130.000	250.000	57.000	130.000	60.000
		Final	25.000.000	6.500.000	6.900.000	>25.000.000 d	>25.000.000
	2	Inicial	25.000	6.900	3.900	39.000	2.700
		Final	13.500	5.400	4.100	26.000	25.000
5	1	Inicial	410.000	250.000	690.000	46.000	5.300.000
		Final	40.000	25.000	270.000	25.000	2.500.000
	2	Inicial	25.000	10.200	50.000	46.000	40.000
		Final	27.000	27.000	86.000	25.000	26.000

<sup>a</sup> 1 = muestras de queso de cabeza (ufc/g).

<sup>b</sup> 2 = muestras tomadas de paté (ufc/g).

<sup>c</sup> <2.500 = Registro menor al límite inferior de sensibilidad establecido en el diseño del estudio.

Se consideró un orden de magnitud inferior establecido por la reglamentación vigente para aceptación de un lote.

<sup>d</sup> > 25.000.000 = El registro superaba en más de un orden de magnitud el límite máximo permitido por la reglamentación vigente.

Nivel de significancia para t-student utilizada en el análisis de datos fue de:  $P < 0.05$ .

## BIBLIOGRAFÍA

1. Likar K, Jevsnik M. Cold chain maintaining in food trade. *Food Control* 2006; 17: 108–13.
2. Leoni E, Pizzoli A, Rangoni R, Rossi A. Le salmonellosi nel territorio della USL di Imola studio epidemiologico dei casi notificati dal 1976 al 1993. *Annali Igiene* 1996; 8:425–34.
3. Notermans S, Hoogenboom-Verdegaal, A. Existing and emerging foodborne diseases. *Internat J Food Microbiol* 1992; 15:197–205.
4. Hallowell ER. Cold and freezer storage manual. USA: The AVI Publish company, INC. 1980.
5. Plank R. El empleo del frío en la alimentación. Barcelona: Reverté, 1963.
6. Jol S, Kassianenko A, Wszol K, Oggel, J. The Cold Chain, one link in Canada's food safety initiatives. *Food Control* 2006; 18:713–15.
7. Stringer M. Safety objectives—role in microbiological food safety Management, *Food Control* 2005; 16:775–94.
8. Legani P, Leoni E, Berveglieri M., Mirolo G, Alvaro N. Hygienic control of mass catering establishments, microbiological monitoring of food and equipment, *Food Control* 2004; 15:205–11.
9. Reglamento Sanitario de los Alimentos, Chile, 1996. Disponible en [http://www.minsal.cl/ici/S\\_1/salud\\_ambiental/REGLAMENTO%20SANITARIO%20DE%20LOS%20ALIMENTOS.pdf](http://www.minsal.cl/ici/S_1/salud_ambiental/REGLAMENTO%20SANITARIO%20DE%20LOS%20ALIMENTOS.pdf). Consultado: noviembre 2009.
10. Aung MM, Chang YS. Application of rfid in cold chain for food safety and quality, 15th International Symposium on Logistics, Kuala Lumpur, (Malaysia) 2010; p 66-7.
11. Estrada-Flores S, Tanner DJ, Amos ND. Cold chain management during transport of perishable products. *Food Australia* 2002; 54 (7): 268-70.
12. Zheng H, Lu L. A Research on Agricultural Products Supply Chain and Food Safety. International Symposium, ISAEBD 2011. Dalian (China) 2011; 331-6.
13. Amos N, Tanner DJ. Temperature variability during refrigerated vessel shipment of fresh produce (8 pp). In Proceedings of the 21st International Congress Refrigeration, ICR 0250, 2003.
14. Tanner DJ, Amos ND. Temperature variability during shipment of fresh produce, *Acta Horticulturae* 2003; 599:193-203.
15. Smalea NJ, Mourehb J, Cortella G. A review of numerical models of airflow in refrigerated food applications. *Internat J Refrigerat* 2006; 29:911-30.
16. Maxwell D, Sheate W, and Vorst RV. Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry. *J Cleaner Product* 2006; 14: 399-416.
17. Joshi R, Banwet DK, and Shankar R. Indian cold chain: modeling the Inhibitors. *British Food J* 2009; 111(11):1260-83.
18. Russell N. Bacterial membranes: the effects of chill storage and food processing. An overview. *Internat Food Microbiol* 2002; 79:27– 34.
19. Imlay JA, Linn S. Mutagenesis and stress response induced in *Escherichia coli* by hydrogen peroxide. *J Bacteriol* 1987; 169:2967-76.