

# **PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA**

## **ABUSO TÉRMICO DE ALIMENTOS: COMPORTAMIENTO DE COMERCIOS MINORISTAS Y CONSUMIDORES DURANTE EL PERÍODO ESTIVAL**

**Frojan, Julia – LU 124293**

Ingeniería en Alimentos

Tutor/es:

**Dra. Corradini, María G., Universidad Argentina de la Empresa**

**Mg. Oddone, Sebastián, Universidad Argentina de la Empresa**

**Octubre, 2013**



**UADE**

**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutora María Corradini, persona sin la cual no podría haber sido posible el presente proyecto. Agradezco su infinita ayuda y paciencia.

Y en segundo lugar, a Sebastián Oddone por el tiempo extra concedido para poder finalizar este proyecto y por su aporte a lo largo de mi carrera.

Además, doy las gracias a los docentes de la Universidad Argentina de la Empresa que fueron piezas claves para mi formación a lo largo de los años de carrera.

También, reconozco y agradezco el apoyo y compañía de los compañeros de carrera con quienes compartí grandes experiencias e hicieron más ameno el camino recorrido.

Y por sobre todas las cosas, doy las gracias a mis padres, hermanas y abuelos sin quienes nada de esto podría haber sido posible. Agradezco que hayan sido mi base, mi apoyo, mi motor, mis sponsors y los principales responsables de que yo sea la persona que soy.

A todos ellos, GRACIAS.

## Resumen

La limitada disponibilidad de datos sobre las condiciones de almacenamiento, distribución y manejo de alimentos en la Ciudad de Buenos Aires dificulta la adecuada estimación de los riesgos asociados al consumo de productos alimenticios en dicho centro urbano.

Los principales objetivos de este proyecto fueron: a) evaluar el efecto de factores ambientales, específicamente temperatura ambiente, en la distribución de temperaturas de alimentos en negocios minoristas y hogares y b) cuantificar y comparar el efecto de temperaturas durante diferentes estaciones en términos del crecimiento de microorganismos patógenos emergentes en alimentos refrigerados almacenados en hogares.

En base al perfil socioeconómico de la ciudad se seleccionaron cuatro barrios porteños representativos de las condiciones urbanas locales. En un 52% de los 349 negocios minoristas presentes en dichos barrios relevados se determinaron las temperaturas superficiales en 4 productos refrigerados (dos lácteos y dos cárnicos) utilizando termómetros infrarrojos. Las mediciones fueron tomadas repetidamente en los negocios seleccionados a lo largo del año de manera de obtener la temperatura de los productos bajo diferentes condiciones ambientales. A partir de los datos relevados fue posible establecer la distribución de temperaturas medias para cada producto para tres rangos de temperaturas ambientales: a) menor a 20 °C, b) entre 20 y 25 °C y c) mayor a 25 °C. Las variaciones en temperatura promedio para todos los productos fueron descritas utilizando funciones de densidad simétricas (normal) y asimétricas (valor extremo). El efecto de la temperatura ambiental en la temperatura de almacenamiento de los productos seleccionados fue evaluado en función de los parámetros de dichas distribuciones y la probabilidad de encontrar productos a temperaturas mayores a las sugeridas.

La evaluación del manejo de alimentos en hogares se realizó mediante el seguimiento de consumidores utilizando dispositivos automáticos de relevamiento de temperatura. Este estudio extiende el relevamiento de los datos obtenidos durante el período invernal reportados en Trevisan et al. (2011). Los dispositivos fueron adosados a un producto lácteo durante su selección por el consumidor en el comercio minorista, registrándose periódicamente la temperatura durante su transporte y almacenamiento hasta su consumo. La distribución de la temperaturas promedio del producto en heladeras domésticas durante el período estival fue aproximada con una distribución normal  $N(4,4, 1,9)$  y reveló que un 37% de las unidades evaluadas operaban a temperaturas superiores a las recomendadas ( $> 5^{\circ}\text{C}$ ). Trevisan et al. (2011) observaron temperaturas promedio mayores, la distribución de la misma fue también

caracterizada con una distribución normal  $N(6,5, 2,2)$ , lo cual puede explicarse en relación a la muestra seleccionada y a la percepción de la temperatura por parte del consumidor en relación a la temperatura ambiente.

La implementación de un modelo predictivo para estimar el crecimiento de dos microorganismos patógenos emergentes (*Listeria monocytogenes* y *Yersinia enterocolitica*) bajo las condiciones observadas en hogares permitió corroborar que los perfiles de temperatura obtenidos son compatibles con el crecimiento de ambos microorganismos en un 40% y 90% de los casos (*L. monocytogenes* y *Y. enterocolitica*, respectivamente).

La información aportada podrá ser integrada en la estimación de los riesgos asociados al consumo de alimentos refrigerados en dicho centro urbano y ser de utilidad para el diseño e implantación de campañas de educación de la población en inocuidad alimentaria y mantenimiento de la cadena de frío.

## Abstract

Limited data availability on the storage, distribution and handling conditions of foods in the city of Buenos Aires makes it difficult to adequately estimate the risks associated to food consumption in this urban center.

The main goals of this project were: a) to assess the effect of environmental factors, specifically environmental temperature on the temperature distribution of foods in retail shops and households and b) to quantify and compare the effect of environmental temperatures obtained along the seasons in terms of the growth of emergent pathogens on refrigerated foods during household storage.

Based on the socioeconomic profile of the city, four neighborhoods representative of the local urban conditions were selected. Fifty two percent of the 349 food retailers identified in the corresponding neighborhoods were visited and surface temperature of 4 products (2 dairy and two meat based) were recorded using infrared thermometers. Temperatures were repetitively recorded at the selected retailers along the year in order to reflect the products' temperature along the seasons. From the recorded data it was possible to calculate the mean temperature distributions for each product over three ranges of temperatures, namely, a) lower than 20°C, b) between 20 and 25°C and c) higher than 25°C. The variability of the mean temperatures for all products was described using a symmetric (Normal) and an asymmetric density distribution function (Extreme Value). The effect of environmental temperature on the temperature of the food products along storage was evaluated based on the parameters on the distribution functions and the probability of finding products at temperatures above the recommended ones.

Food handling at households was evaluated by tagging products purchased by consumers using temperature data loggers. This section of this project expands the data collection obtained during the winter season by Trevisan et al. (2011). The data loggers were attached to a dairy product at the moment of purchase at the retail shop by the consumer. The temperature during the transport and storage until the final consumption of the product were periodically recorded. The mean temperature distribution of the dairy product in domestic refrigerators during the summer season was approximated with a normal distribution function  $N(4,4, 1,9)$ . The results showed that 37% of the evaluated refrigeration units operated at temperatures higher than the recommended ones ( $> 5^{\circ}\text{C}$ ). Trevisan et al. (2011) recorded higher mean temperatures, its distribution was also characterized with a Normal probability density function  $N(6,5, 2,2)$ . The difference between both studies can be explained based on

the characteristics of the selected sample and the relative perception of temperature by the consumers during the summer months.

The use of a predictive model to estimate microbial growth of emergent pathogens (*Listeria monocytogenes* y *Yersinia enterocolitica*) under the observed conditions at retailers and households corroborates that the temperature profiles obtained are compatible with the growth of both microorganisms for 40 and 90 % of the observed conditions (*L. monocytogenes* y *Y. enterocolitica*, respectively).

The information obtained along this study can be integrated in risk assessment analysis associated to the consumption of refrigerated food products. Additionally it can be used to inform the design and implementation of educational programs on food safety and maintenance of the cold chain.

## Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen .....	3
Abstract.....	5
Contenido .....	7
Índice de Figuras .....	9
Índice de Tablas.....	12
Introducción.....	13
Enfermedades de Transmisión Alimentaria .....	14
Temperatura y Crecimiento de Microorganismos.....	16
Análisis de Riesgos y Microbiología Predictiva .....	18
Objetivos.....	20
Materiales y Métodos .....	21
Relevamientos en Comercios Minoristas .....	21
Registros de temperatura ambiental .....	22
Relevamientos en hogares .....	23
Selección del producto refrigerado.....	23
Selección y contacto de los consumidores .....	24
Registros de temperatura ambiental .....	25
Registros de temperatura del producto en góndola .....	25
Relevamientos del perfil de temperatura.....	25
Temperatura de alimentos vs. Temperatura Ambiental .....	26
Estimación de crecimiento microbiano .....	28
Resultados y Discusión.....	31
Efecto de Temperaturas Estivales y Condiciones en Comercios Minoristas .....	31
Condiciones en Hogares.....	52
Efectos de las condiciones observadas en la inocuidad de alimentos .....	64
Conclusiones.....	76
Referencias .....	78
Anexos.....	86

---

Anexo I: Especificación técnica de termómetro infrarrojo CZ-IR.....	86
Anexo II: Especificación técnica de termómetro infrarrojo modelo Y-IRK.....	87
Anexo III: Especificación técnica de los data loggers .....	88
Anexo IV: Datos de crecimiento de <i>L. monocytogenes</i> .....	89
Anexo V: Datos de crecimiento de <i>Y. enterocolitica</i> .....	91

## Índice de Figuras

Fig. 1	Evolución de las temperaturas ambientales normales estimadas a partir del período 1961-1990 y temperaturas media, máxima media y mínima media de la Ciudad de Buenos Aires entre enero-2009 y marzo 2013.....	17
Fig. 2	Captura de la pantalla de la página web del Servicio Meteorológico Nacional para la estación Buenos Aires.....	22
Fig. 3	Programa de Microsoft Excel utilizado para estimar las curvas de crecimiento bajo condiciones no-isotérmicas.....	30
Fig. 4	Ejemplo de Gráfico P-P utilizado para seleccionar las distribuciones más adecuadas.....	33
Fig. 5	Histogramas de la totalidad de temperaturas medias observadas en los cuatro productos estudiados y su ajuste con una distribución Normal (línea punteada) y de Valor Extremo (línea completa).....	34
Fig. 6	Distribución de frecuencia de temperaturas media (lácteo fermentado) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución.....	36
Fig. 7	Distribución de frecuencia de temperaturas media (postre lácteo) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución.....	37
Fig. 8	Distribución de frecuencia de temperaturas media (jamón) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución.....	38
Fig. 9	Distribución de frecuencia de temperaturas media (salchichas) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución.....	39
Fig. 10	Distribución de frecuencia de temperaturas media del producto lácteo fermentado diferenciado por tipo de comercio.....	40
Fig. 11	Distribución de frecuencia de temperaturas media de postres lacteos diferenciado por tipo de comercio.....	41
Fig. 12	Distribución de frecuencia de temperaturas media de jamon en rodajas diferenciado por tipo de comercio.....	42
Fig. 13	Distribución de frecuencia de temperaturas media de salchichas diferenciado por tipo de comercio.....	43
Fig. 14	Relación entre temperatura del producto lácteo fermentado en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	45
Fig. 15	Relación entre temperatura del producto lácteo fermentado en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	46

Fig. 16	Relación entre temperatura del postre lácteo en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	47
Fig. 17	Relación entre temperatura del postre lácteo en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio. (Ta-Tp vs. Temp. ambiental). Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada.....	47
Fig. 18	Figura 17. Relación entre temperatura del postre lácteo en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Tp- Max. Temp. Permitida). Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada.	48
Fig. 19	Relación entre temperatura del jamon en rodajas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	48
Fig. 20	Relación entre temperatura del jamon en rodajas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	49
Fig. 21	Relación entre temperatura de salchichas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	50
Fig. 22	Relación entre temperatura de salchichas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada).....	51
Fig. 23	Ejemplos de perfiles tiempo-temperatura para la leche durante su traslado (arriba) y almacenamiento (leche y heladera - abajo).....	53
Fig. 24	Histograma de la temperatura inicial del producto en góndola caracterizado por dos distribuciones.....	54
Fig. 25	Relacion de la temperatura inicial de la leche y la temperatura ambiental clasificada por tipo de comercio.....	55
Fig. 26	Histograma de la temperatura maxima del producto durante su traslado caracterizado por dos distribuciones.....	55
Fig. 27	Histograma del tiempo de traslado caracterizado por dos distribuciones asimétricas (LogNormal y Valor Extremo).....	57
Fig. 28	Relación entre temperatura máxima de la leche durante el período de traslado y la temperatura inicial del producto en góndola.....	58
Fig. 29	Relación entre temperatura máxima de la leche durante su traslado y el tiempo de traslado.....	58
Fig. 30	Relación entre la temperatura máxima de la leche durante su traslado y la temperatura ambiental.....	59
Fig. 31	Histograma de la temperatura media observada en las heladeras domesticas caracterizado por dos distribuciones.....	60
Fig. 32	Distribución del porcentaje del tiempo en que las heladeras domésticas registraron temperaturas superiores a 5°C.....	61

Fig. 33	Distribución de la temperatura máxima del producto durante su almacenamiento en heladeras domésticas.....	62
Fig. 34	Distribución del porcentaje del tiempo de en que el producto registró temperaturas superiores a 5°C.....	63
Fig. 35	Distribución del porcentaje del tiempo de en que el producto registró temperaturas superiores a 5°C.....	64
Fig. 36	Ejemplos de perfiles tiempo–temperatura para la leche durante su traslado (arriba) y almacenamiento (leche y heladera - abajo) y crecimiento estimado de <i>L. monocytogenes</i> durante traslado (arriba) y almacenamiento (abajo).....	65
Fig. 37	Distribución del crecimiento estimado de <i>L. monocytogenes</i> al final del período de almacenamiento en heladera.....	69
Fig. 38	Distribución del crecimiento estimado de <i>L. monocytogenes</i> después de 24 hs. de almacenamiento en heladera.....	70
Fig. 39	Ejemplos de perfiles tiempo–temperatura para la leche durante su traslado (arriba) y almacenamiento (leche y heladera - abajo) y crecimiento estimado de <i>Y. enterocolitica</i> durante traslado (arriba) y almacenamiento (abajo).....	72
Fig. 40	Distribución del crecimiento estimado de <i>Y. enterocolitica</i> después de 24 hs. de almacenamiento en heladera.....	74
Fig. 41	Distribución del crecimiento estimado de <i>Y. enterocolitica</i> al final del período de almacenamiento en heladera.....	75
Fig. 42	Imagen del termómetro infrarrojo modelo CZ-IR, Thermoworks.....	85
Fig. 43	Esquema del termómetro infrarrojo modelo Y-IRK, Thermoworks.....	86
Fig. 44	Data loggers THERMOBUTTON.....	87

## Índice de Tablas

Tabla 1	Distribuciones de frecuencia utilizadas –Formulas, rangos y tipo de distribucion.....	27
Tabla 2	Temperaturas registradas en un productos lácteo fermentado por barrio en función de la temperatura ambiental .....	31
Tabla 3	Temperaturas registradas en un postre lácteo por barrio en función de la temperatura ambiental.....	31
Tabla 4	Temperaturas registradas en jamón en rodajas por barrio en función de la temperatura ambiental.....	32
Tabla 5	Temperaturas registradas en salchichas en rodajas por barrio en función de la temperatura ambiental.....	32
Tabla 6	Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media de cada producto.....	35
Tabla 7	Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en productos lácteos fermentados diferenciados por tipo de comercio.....	41
Tabla 8	Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en postres lácteos diferenciados por tipo de comercio.....	42
Tabla 9	Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en jamon en rodajas diferenciados por tipo de comercio.....	43
Tabla 10	Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en salchichas diferenciados por tipo de comercio.....	44
Tabla 11	Resumen de condiciones de traslado y almacenamiento y estimaciones de crecimiento de <i>L. monocytogenes</i> para cada perfil relevado.....	68
Tabla 12	Resumen de condiciones de traslado y almacenamiento y estimaciones de crecimiento de <i>Y. enterocolitica</i> para cada perfil relevado.....	73
Tabla 13	Crecimiento de <i>L. monocytogenes</i> a diferentes temperaturas (1.5-16°C), expresado como ciclos logarítmicos de crecimiento, N(t).....	88
Tabla 14	Crecimiento de <i>L. monocytogenes</i> a diferentes temperaturas (1.5-16°C), expresado como crecimiento logarítmico relativo (Log[N(t)/N <sub>0</sub> ]).....	89
Tabla 15	Crecimiento de <i>Y. enterocolitica</i> a diferentes temperaturas (0-10°C), pH= 6.7, a <sub>w</sub> =0.999, NaCl=0.1% expresado como ciclos logarítmicos de crecimiento, N(t).....	90
Tabla 16	Crecimiento de <i>Y. enterocolitica</i> a diferentes temperaturas (0-10°C), pH= 6.7, a <sub>w</sub> =0.999, NaCl=0.1% expresado como crecimiento logarítmico relativo (Log[N(t)/N <sub>0</sub> ]).....	91

## Introducción

Las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) constituyen una de las causas más extendidas de pérdida de productividad y gastos médicos a nivel mundial (Van de Venter, 1999, Cuellar, 2001). Diversos estudios han señalado que las prácticas relacionadas al manejo de alimentos por comerciantes y consumidores afectan negativamente la calidad e inocuidad de los alimentos (Endrikat et al., 2010; Garrido et al., 2009, Gormley et al., 2010; Hoelzer et al., 2011; Morelli et al., 2012; Pradham et al., 2010). En un estudio subvencionado por la Administración de Alimentos y Drogas de los estados Unidos (FDA), Kendall et al. (2003) determinaron que prácticas inadecuadas durante la comercialización de alimentos pueden incrementar significativamente el riesgo de ETA. Pothukuchi et al. (2008) establecieron que el manejo de alimentos por parte de los comerciantes y consumidores en ciertas comunidades es directamente responsable por violaciones significativas en los protocolos de inocuidad alimentaria. Corradini et al. (2010) estimaron que las prácticas inadecuadas en comercios minoristas resultan en un mayor riesgo para los consumidores de contraer una ETA debido a factores como interrupciones en la cadena de frío, inadecuadas prácticas sanitarias, entre otros. Aiello et al. (2012) modelaron el deterioro potencial de alimentos perecederos debido a fluctuaciones de temperatura a lo largo de la cadena de frío. El manejo inadecuado de alimentos, dicese la exposición a temperaturas superiores a las reglamentadas y carencia de condiciones sanitarias entre otros, incrementa la incidencia de brotes de procedencia alimentaria. Es posible especular que dicho efecto se verá incrementado durante el período estival.

La reducida disponibilidad de datos sobre el abuso térmico y sanitario que sufren los alimentos a través de la cadena de distribución en la Ciudad de Buenos Aires dificulta la adecuada estimación de los riesgos asociados al consumo de alimentos y la implementación de programas de intervención y educación efectivos que contribuyan a reducir la ocurrencia de ETA en dicho centro urbano.

El interés en analizar los efectos de las condiciones de distribución y almacenamiento en un centro urbano de la República Argentina; la Ciudad de Buenos Aires, surge como respuesta a la marcada movilización y concentración de la población en los mismos. De acuerdo a lo reportado en Censo Nacional realizado en el año 2001 (INDEC, 2001), el 50 % de la población de la República Argentina se encuentra localizada en centros urbanos de más de 500.000 personas.

Si bien los datos disponibles sobre el abuso térmico y sanitario que sufren los

alimentos a través de la cadena de distribución en Argentina y sus consecuencias son limitados, ellos han permitido establecer y reforzar la necesidad de realizar un relevamiento más extensivo de los factores que afectan la inocuidad y calidad de un producto alimenticio a lo largo su distribución y almacenamiento hasta su consumo (Balague et al., 2006, Signorini y Tarabala, 2009). Esto incluye establecer temperaturas predominantes en cada estado de la cadena hasta el consumo, tiempos de residencia de alimentos en comercios minoristas y heladeras familiares, así como los hábitos de los comerciantes y de la población en general en relación a la cadena de frío. Asimismo, es de importancia establecer si temperaturas ambientales elevadas pueden tener un efecto importante en la incidencia de ETA.

### ***Enfermedades de Transmisión Alimentaria***

Las Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA) se definen como aquellas que se presentan en las personas como consecuencia de la ingesta de microorganismos (bacterias, virus, parásitos) o contaminantes químicos nocivos presentes en los alimentos o en el agua consumidos (Food and Drug Administration (FDA)).

Estas enfermedades pueden ser ampliamente clasificadas en dos tipos: infecciones o intoxicaciones. Las primeras son ocasionadas por la ingesta de alimentos que contienen microorganismos patógenos vivos en un orden que supera el umbral de tolerancia de la persona. En cambio, las intoxicaciones ocurren cuando se ingieren toxinas presentes en el alimento al momento de ser consumido, las cuales fueron producidas por bacterias u hongos que se desarrollaron en mismo (ANMAT).

Las causas de la aparición de una enfermedad de este tipo pueden originarse en cualquier punto de la cadena productiva y/o de distribución de un alimento, a saber:

- Prácticas agrícolas inadecuadas, las cuales dan lugar a materias primas contaminadas o presentando niveles de contaminación superiores a los esperados;
- Operaciones productivas ineficientes que no aseguran la reducción de los peligros (microbiológicos, químicos) a niveles aceptables;
- Contaminación por una mala manipulación durante la producción industrial, debido principalmente a la falta de aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, las cuales son un requisito legal establecido por el Código Alimentario Argentino;
- Condiciones de almacenamiento, transporte y distribución no adecuadas para prevenir el desarrollo de microorganismos. En este punto tiene especial importancia el mantenimiento de la cadena de frío de aquellos productos que, por sus

características, deben ser mantenidos a temperaturas de refrigeración o congelamiento para asegurar su inocuidad y calidad;

- Manipulación inadecuada y riesgosa de los alimentos a nivel doméstico o de servicios de alimentación. En relación al manejo de los alimentos en el ámbito doméstico, se trata del eslabón de la cadena menos controlado dado que está fuera del ámbito de control de las Instituciones (por ejemplo: SENASA, Agencias de Inspección Municipales, entre otros), pero a su vez es el más sensible (ANMAT).

Los síntomas que se presentan ante una ETA varían según se trate de una infección o una intoxicación, de la cantidad de microorganismos o toxina ingeridos y de la sensibilidad del consumidor afectado. La población de riesgo, constituida por niños, mujeres embarazadas, personas mayores de 65 años y pacientes inmunosuprimidos, es la más sensible a sufrir este tipo de enfermedades con mayores complicaciones. En general, los síntomas son vómitos, dolores abdominales, diarrea y fiebre (FDA). En muchos casos se requiere hospitalizar a la persona para su recuperación y en casos severos puede llegar a ocasionar la muerte (Centers for Disease Control and Prevention (CDC); Agencia Gubernamental de Control de la Ciudad de Buenos Aires, Enfermedades Transmitidas por Alimentos, Marzo 2011; Ministerio de Salud de la Nación, Boletín Integrado de Vigilancia | N° 183 - SE 32 – 2013).

Las ETA constituyen un problema de salud pública a nivel global, independientemente del nivel de desarrollo económico de los países, y conllevan un impacto económico considerable debido a los gastos de hospitalizaciones y las pérdidas que ocasionan a la cadena productiva las interrupciones en el suministro de alimentos ante un brote o contaminación (Organización Mundial de la Salud (OMS)).

Anualmente en EE.UU. se estiman 48 millones de casos, 128.000 hospitalizaciones y 3.000 muertes asociadas a ETA (CDC, 2011) lo cual genera un costo anual de \$77,7 billones de dólares (Scharff, 2012).

En Argentina no existen datos oficiales de cuantificación de pérdidas económicas. Según el Boletín Integrado de Vigilancia emitido semanalmente por el Ministerio de Salud de la Nación, en 2012 se reportaron 1.047.643 casos de enfermedades gastroentéricas de las cuales 1.039.967 corresponden a diarreas sin causa especificada y 6.951, a toxo-infecciones alimentarias. El agente etiológico no se detalla en ninguno de los casos (Ministerio de Salud de la Nación, Boletín Integrado de Vigilancia | N° 152 - SE 52 – 2012).

A pesar de ser un problema mundial, los recursos y esfuerzos de cada país para

prevenir y disminuir la incidencia de estas enfermedades no son iguales. En nuestro país, la oportunidad y necesidad de desarrollar planes de educación y prevención en este sentido son aún muy grandes. Por empezar, no existe información detallada y confiable sobre incidencia de ETA a nivel nacional o local. A nivel nacional existe el Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud, el cual establece el procedimiento para el reporte de casos de enfermedades de notificación obligatoria entre las que aparecen las siguientes categorías relacionadas con ETA:

- Gastroentéricas (Ingestión): botulismo, botulismo del lactante, cólera, diarreas agudas sanguinolentas, fiebre tifoidea y paratifoidea, intoxicación por moluscos, síndrome urémico hemolítico, triquinosis y toxo-infecciones alimentarias; diarreas.
- Otros eventos: brote de cualquier etiología.

A pesar de estar detallado el procedimiento para determinar el agente causal del caso (microorganismo y alimento) y reportar los hallazgos, el Boletín Integrado de Vigilancia emitido semanalmente con los datos consolidados, no informa ese detalle y expresa que “Los datos de las tablas de este apartado deben ser leídos teniendo en cuenta la heterogeneidad existente respecto de la notificación en cada provincia en términos de atraso, cobertura y regularidad”.

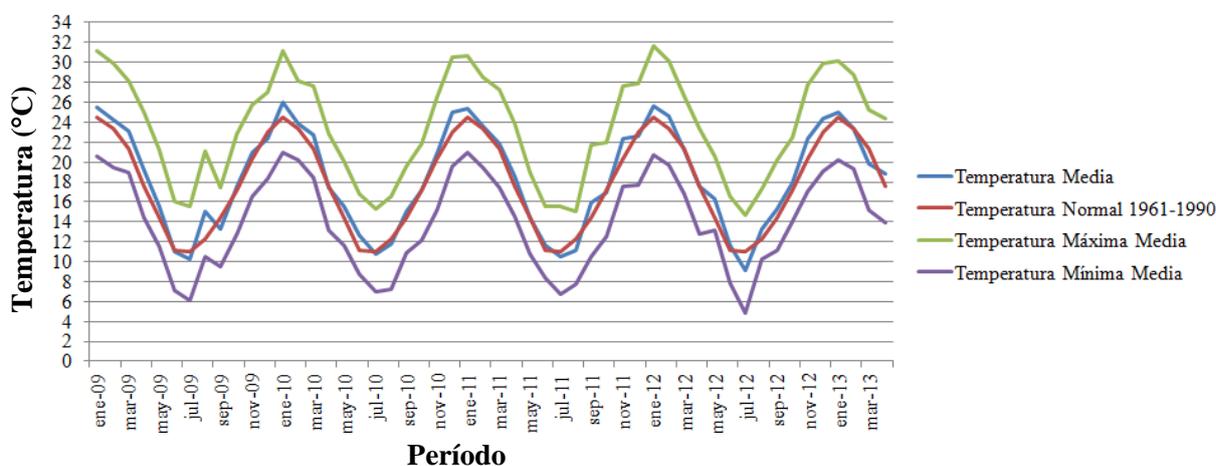
Hoy en día, se dispone de información epidemiológica y de incidencia de ETA en América Latina a través del Sistema de Información Regional en Enfermedades Transmitidas por Alimentos (SIRVETA). Éste fue una iniciativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS)/ Organización Panamericana de la Salud (OPS) cuyo objetivo es asegurar el flujo de información epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos entre los países miembros (INPPAZ, 2004). La información es pública y está disponible en un sitio web. Su principal limitante radica en que sólo funcionó entre 1992 y 2002, y además los datos no son en todos los casos específicos. Para el caso de Argentina, en esos diez años se reportaron 60 casos y brotes, por los cuales se vieron afectadas 606.759 personas y 4 fallecieron. De los 60 reportes, el 26% no tiene especificada la provincia en la que ocurrió el incidente y el 47% no tiene identificado el alimento que causó la enfermedad. Las enfermedades más reportadas fueron salmonelosis (26%), cólera (12%) y diarreas en general (12%).

### ***Temperatura y Crecimiento de Microorganismos***

Dado que se tomará en consideración la influencia de la temperatura ambiental sobre el crecimiento de microorganismos en productos refrigerados, es preciso en principio conocer el perfil de temperaturas que se presentaron en la ciudad en estudio, en este caso la Ciudad

Autónoma de Buenos Aires, durante los últimos años. En la Figura 1 se puede observar la temperatura normal estimada a partir de datos obtenidos para el período 1961-1990, así como la temperatura media, la temperatura máxima media y la temperatura mínima media mensual desde enero de 2009 hasta marzo de 2013 (Archivo impreso de la Biblioteca del Servicio Meteorológico Nacional Argentino accedida en 2013).

Cabe destacar que durante el período reportado, la temperatura ambiental mostró una tendencia similar a través de cada uno de los años. Por lo tanto, es adecuado especular que los resultados obtenidos de estudios que consideran el impacto de la temperatura ambiental en determinada estación del año, serían aplicables al mismo período de otro año.



**Figura 1. Evolución de las temperaturas ambientales normales estimadas a partir del período 1961-1990 y temperaturas media, máxima media y mínima media de la Ciudad de Buenos Aires entre enero-2009 y marzo-2013**

En general, el desarrollo de microorganismos se ve favorecido, entre otros factores, por las temperaturas. Los microorganismos patógenos más difundidos como *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* son mesófilos, es decir, tienen sus temperaturas óptimas de crecimiento en el rango de 30-37°C, y entran en un período de latencia cuando son sometidos a temperaturas menores a 10°C. Sin embargo, existen otros como *Listeria monocytogenes* y *Yersinia enterocolitica*, que pueden desarrollarse a bajas temperaturas (óptima entre 10 y 15°C) y son los denominados psicrótrofos (Mossel et al., 2006). Este punto es de vital importancia si se considera el riesgo microbiológico de productos que, por sus características y procesamiento, deben ser mantenidos bajo refrigeración (2°C – 10°C). Ante una eventual contaminación con un organismo patógeno de este tipo, si no se mantiene la cadena de frío y es expuesto a temperaturas sub-óptimas, el desarrollo microbiano podría

exceder la dosis infectiva mínima y generar la aparición de síntomas en consumidores.

Conocido el efecto de la temperatura sobre el crecimiento microbiano, se realizaron estimaciones de crecimiento utilizando microbiología predictiva. Algunos de estos estudios enfatizaron la variable de la temperatura ambiental y sus cambios a lo largo del día, resaltando su importancia para el caso de alimentos que son mantenidos fuera de la heladera durante su comercialización (Baeza et al., 2007, 2009). La extendida exposición a temperaturas sub-óptimas sistemáticamente resulta en mayor crecimiento microbiano (Baeza et al. 2009, Corradini et al., 2010). Sin embargo cabe destacar que cuando se mantienen prácticas de comercialización, distribución, almacenamiento y manejo adecuadas, la incidencia de la temperatura ambiental debería ser nula y compensada durante todo el proceso. Esto fue puesto en evidencia a través de un estudio que recabó datos de perfiles de tiempo-temperatura durante toda la distribución de productos refrigerados y concluyó que la temperatura ambiental tiene poca influencia sobre el crecimiento final del microorganismo si se mantienen buenas prácticas a lo largo del proceso (Hoang et al., 2012). Por lo tanto, es de interés corroborar si la temperatura ambiental provee una contribución significativa en la prevalencia de temperaturas sub-óptimas en productos refrigerados, especialmente en aquellos casos donde se han observado desviaciones importantes en relación al mantenimiento de la cadena de frío, como es el caso de la Ciudad de Buenos Aires (Trevisan et al., 2011).

### ***Análisis de Riesgos y Microbiología Predictiva***

La implementación de técnicas de microbiología predictiva y análisis de riesgo que utilizan datos tales como la prevalencia de abuso térmico de alimentos ha posibilitado estimar *grosso modo* la probabilidad de la presencia de un microorganismo patógeno en un alimento determinado y la exposición de la población a un microorganismo o toxina (Danyluk y Schaffner, 2011; Dabbene et al., 2008; Evans et al., 2007; James et al., 2008, Laguerre et al., 2002). Esto ha permitido obtener una visión global de la incidencia de enfermedades asociadas a la ingesta de alimentos contaminados con microorganismos específicos como *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* o *Bacillus cereus* (Rosset et al., 2004; Baker et al., 1998; Nauta et al., 2003, Kozac et al., 1996). A partir de estos estudios se han podido identificar prácticas riesgosas y evaluar el efecto de mejoras o modificaciones en los hábitos de los consumidores en relación al manejo de alimentos (Jevsnik et al., 2008; Ovca y Jevsnik, 2009). Hasta el momento sólo se han realizado limitados estudios de este tipo en países que cuentan con restringidos recursos para el seguimiento y vigilancia de brotes asociados con el

consumo de alimentos como Argentina (Signorini y Tarabala, 2009; Balague et al., 2006; Di Pietro et al., 2004; Giannuzzi et al., 1998). Si bien los datos disponibles sobre el abuso térmico y sanitario que sufren los alimentos a través de la cadena de distribución en Argentina son limitados, ellos han permitido establecer y reforzar la necesidad de realizar un relevamiento más extensivo de los factores que afectan la inocuidad y calidad de un producto alimenticio durante su distribución y almacenamiento hasta su consumo.

Una condición necesaria para estimar riesgos asociados al consumo de alimentos es conocer el número de microorganismos en los alimentos en el momento de su consumo (McMeekin y Ross, 2002), lo cual puede estimarse utilizando técnicas de microbiología predictiva. Para estimar el número de microorganismos presentes en el momento del consumo de un alimento se requiere adquirir conocimiento acerca de: a) las respuestas de los microorganismos de interés a condiciones ambientales, tales como temperatura, presencia de nutrientes, sustancias antimicrobianas, otros microorganismos y b) las condiciones prevalentes durante los períodos de observación relevantes, por ejemplo: la distribución de temperaturas durante el almacenamiento o la distribución de los tiempos de traslado.

Cabe destacar que estudios realizados a nivel internacional proveen información sobre distribuciones necesarias para analizar riesgos asociados al consumo de alimentos, sin embargo, no existe información acerca de la posibilidad de extrapolar los resultados a otras regiones o países que difieren en sistemas regulatorios o condiciones climatológicas. Asimismo, no se han incorporado en dichos estudios asimetrías con respecto a la accesibilidad y disponibilidad de alimentos inocuos y nutritivos presentes en diferentes estratos de una población. Por lo tanto, la incorporación de estos factores en la estimación de riesgos no ha sido realizada.

La falta de integración de estos factores (capacidad de extrapolación, cantidad y calidad nutricional, precio, condiciones socioeconómicas) en el marco del análisis de riesgo puede generar falencias en la estimación de los mismos subestimando la exposición de poblaciones particulares.

## Objetivos

Los objetivos principales de este trabajo fueron:

- a) evaluar el efecto de factores ambientales, específicamente temperatura ambiente, en la distribución de temperaturas de alimentos en negocios minoristas y hogares, y
- b) cuantificar y comparar el efecto de temperaturas durante diferentes estaciones en términos del crecimiento de microorganismos patógenos emergentes en alimentos refrigerados almacenados en hogares.

## Materiales y Métodos

### *Relevamientos en Comercios Minoristas*

En base al perfil socioeconómico de la Ciudad de Buenos Aires se seleccionaron cuatro barrios (Almagro, Monserrat, Recoleta y San Cristóbal) representativos de las condiciones urbanas locales (INDEC, 2010). En un estudio anterior (Corradini et al., 2010) se procedió a mapear y catalogar los negocios minoristas presentes en cada barrio. Una vez identificados los comercios se los clasificó en función de su tamaño en pequeños ( $100 \text{ m}^2$  -  $150 \text{ m}^2$ ), medianos ( $151 \text{ m}^2$  -  $700 \text{ m}^2$ ) y grandes ( $> 701 \text{ m}^2$ ). Los tamaños de los locales fueron obtenidos a partir de los datos de catastro de la Ciudad de Buenos Aires y de observaciones en campo. También se identificó y registró la afiliación o no de cada negocio a un grupo o cadena comercial.

Posteriormente se procedió a seleccionar los alimentos refrigerados a ser evaluados. El criterio para su selección se basó en los siguientes factores:

- a) su vinculación con ETA,
- b) las preferencias de grupos con mayor sensibilidad (niños y personas mayores de 65 años),
- c) la disponibilidad en todos los tipos de negocios analizados y
- d) la accesibilidad de todos los estratos sociales a dichos productos.

Se identificaron 4 alimentos de interés: un producto lácteo fermentado, un postre lácteo, jamón en rodajas y salchichas.

El relevamiento de temperaturas superficiales en los productos mencionados se realizó utilizando termómetros infrarrojos de mano (Modelos Y-IRK y CZ-IR, Thermoworks, Orem, UT, ver Anexos I y II, respectivamente). Los termómetros infrarrojos fueron calibrados y certificados independientemente cumpliendo con las normas establecidas por el Instituto Estadounidense de Normalización y Trazabilidad Tecnológica (NIST). Antes de realizar el relevamiento de temperaturas se corroboró el tiempo de respuesta de las unidades y se establecieron las pautas a seguir en cuanto a las condiciones de medición (emisividad y color del empaque), verificando la exactitud de los equipos bajo las condiciones del estudio con termocuplas adecuadas.

Durante el relevamiento de temperaturas se controló por estantería en la unidad refrigerada y su posición dentro del estante (frente o primera posición, segunda posición y fondo) tomándose como mínimo 2 mediciones en cada posición. También se registró la

temperatura ambiente en el momento de la medición para evaluar la dependencia de los valores observados con la misma. Las determinaciones de temperatura se realizaron a lo largo de dos años, lo cual permitió obtener información durante las distintas estaciones.

- *Registros de temperatura ambiental*

Los datos de la temperatura ambiente de la Ciudad de Buenos Aires fueron obtenidos de la página web del Servicio Meteorológico Nacional para las estaciones denominadas “Aeroparque Buenos Aires” y “Buenos Aires”, a través de las cuales se informa un valor de temperatura por hora por estación. En la Figura 2 se presenta la captura de la página utilizada para obtener la temperatura ambiental.

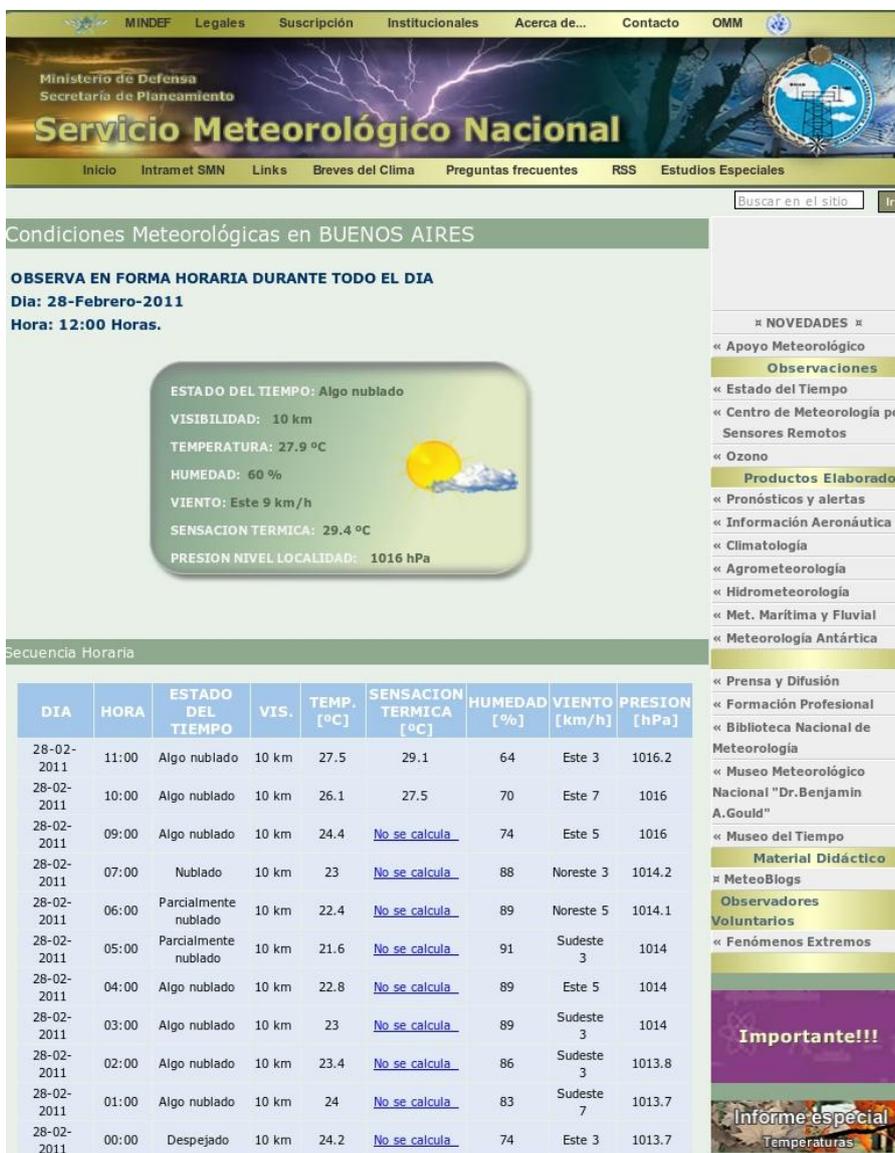


Figura 2. Captura de la pantalla de la página web del Servicio Meteorológico Nacional para la estación Buenos Aires.

A medida que se registraron las temperaturas de los productos en los negocios minoristas se mantuvo un registro de la hora y día en que dichas determinaciones fueron realizadas. Esto permitió consultar la página del servicio meteorológico y relevar la correspondiente temperatura para el tiempo indicado. Adicionalmente se realizó una verificación de los datos de temperatura reportados por el servicio con datos de temperatura ambiental obtenidos durante el trabajo de campo. La correlación de los mismos fue adecuada lo cual permitió utilizar los datos del servicio meteorológico como temperatura de referencia.

Es importante destacar que en Argentina las temperaturas de almacenamiento máximas permitidas para productos lácteos fermentados y para productos cárnicos son 10°C y 5°C, respectivamente (CAA - Art. 576 y ANMAT - Art. 248). En el caso de productos lácteos sin fermentar se sugieren temperaturas menores a 8°C (CAA – Art. 558). Dichos valores fueron considerados como valores de corte para determinar la probabilidad de encontrar productos a temperaturas superiores a las sugeridas. Basándose en ese criterio, en este trabajo se procedió al análisis de una base de datos de 2000 determinaciones obtenidas a lo largo de dos años de trabajo de campo.

### ***Relevamientos en hogares***

En adición al análisis de los datos obtenidos en comercios minoristas durante diversas estaciones, se procedió a extender la base de datos relevada por Balza y Trevisan (2010) la cual relevó temperaturas desde la selección de productos en el comercio hasta su consumo final durante el período invernal.

El procedimiento para el registro de las temperaturas en hogares consistió de los siguientes pasos:

- Selección del producto refrigerado para el seguimiento
- Selección y contacto de los consumidores
- Registro de la temperatura ambiental
- Registro de la temperatura del producto en góndola
- Registro de la temperatura del producto desde el retiro de la góndola hasta su consumo

- *Selección del producto refrigerado*

El producto refrigerado que se seleccionó para realizar el seguimiento de su temperatura desde su compra hasta su consumo fue la leche pasteurizada en formato sachet.

La misma fue elegida en base a cuatro criterios:

- Nivel de consumo nacional: según los informes anuales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, la leche pasteurizada se ubica en el primer lugar de los productos lácteos con mayor consumo en la Argentina, a pesar de estar sufriendo una disminución desde el año 2008. En 2007 el consumo per cápita de leche pasteurizada era de 31,4 lt/habitante y para el 2012 se reportó un valor de 27,6 lt/habitante, el 36% del consumo de productos lácteos totales (Alimentos Argentinos).

Este nivel de consumo se puede explicar a través de los beneficios nutricionales de la leche, los cuales hacen de este producto un alimento altamente valorado y recomendado para la nutrición tanto de niños como de adultos.

Las Guías Alimentarias para la Población Argentina (Lema et al., 2003) exponen como recomendación N°2 “Consumir todos los días leche, yogures o quesos. Es necesario en todas las edades” basándose en su aporte de calcio, vitamina A y proteínas.

- Nivel de incidencia de patógenos: Debido a su composición, la leche es un medio favorable para el desarrollo de numerosos microorganismos. Su contenido de agua, su pH neutro (pH=6,7, Negri, 2005) y los nutrientes disponibles (lactosa, proteínas, grasa) permiten el crecimiento de una gran variedad de bacterias, tanto patógenas como alteradoras. Desde su obtención mediante el ordeño de las vacas, la leche es susceptible de contaminaciones con diversos microorganismos provenientes del animal o del equipamiento (Doyle et al., 2001). Si bien los tratamientos térmicos a los cuales es sometida se diseñan con el objeto de asegurar la destrucción de patógenos, o bien un procesamiento ineficiente o bien una contaminación luego del mismo pueden dar como resultado una contaminación microbiológica de la leche (ICMSF, 2000).
- Accesibilidad: en relación con el primer ítem explicado, la leche en sachet es un producto que se expende en todo tipo de comercios, ya sean cadenas de super e hipermercados o almacenes y mercados de barrio. Además, se trata de la presentación más económica de leche. Por este motivo, es factible su consumo a través de la población con diferentes niveles socioeconómicos.

- *Selección y contacto de los consumidores*

Para la recolección de datos se seleccionaron consumidores que habitan en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y se intentó lograr que los mismos pertenecieran a grupo etarios y geográficos diferentes, con el objeto de dar heterogeneidad a la muestra.

Sin embargo, dada las características de la medición, surge la imposibilidad de la elección de los participantes en forma al azar para dar representatividad a la muestra. Por lo tanto, en la selección de los consumidores influyó el hecho de que se trató de personas conocidas, lo que es posible que haya sumado sesgo al proceso de recolección de datos. Por otro lado, la necesidad de seleccionar consumidores que sean confiables para realizar el proceso de medición agregó dificultad para conseguir participantes, lo cual llevó a la extensión del plazo de recolección de datos a los períodos estivales tanto de 2011 como de 2012. Por este motivo, la muestra de los consumidores no representa a diversos estratos sociales de la Ciudad de Buenos Aires, sino que pertenecen todos a la clase media.

El número de consumidores que participaron de este proyecto fue de 17 y todos son habitantes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con edades que van desde los 23 hasta los 82 años. A todos ellos se los acompañó durante una compra habitual en el establecimiento de su elección para la adquisición de productos refrigerados.

- *Registros de temperatura ambiental*

Los datos de la temperatura ambiental de la Ciudad de Buenos Aires fueron obtenidos de la página web del Servicio Meteorológico Nacional como se señaló anteriormente.

Las temperaturas fueron registradas durante todo el tiempo transcurrido desde la compra del producto lácteo por parte de los consumidores hasta su utilización en los hogares.

Los valores de temperaturas ambientales recolectados fueron tomados como variables con el fin de evaluar su impacto sobre la temperatura alcanzada por el alimento refrigerado durante su traslado desde el comercio hasta el hogar.

- *Registros de temperatura del producto en góndola*

Se registró la temperatura inicial del producto en la góndola utilizando termómetros infrarrojos de mano (Modelos Y-IRK y CZ-IR, Thermoworks, Orem, UT), calibrados y certificados independientemente cumpliendo con las normas establecidas por el Instituto Estadounidense de Normalización y Trazabilidad Tecnológica (NIST). (Ver Anexos I y II).

- *Relevamientos del perfil de temperatura*

La evaluación del manejo de alimentos por parte de los consumidores se realizó mediante el registro de la temperatura del producto utilizando dispositivos automáticos de relevamiento de temperatura (Thermo Button DS19922L, Dallas Semi-conductors, IL, EEUU) con calibración independiente. (Ver Anexo III).

Los dispositivos fueron adosados al producto lácteo en el momento de su selección por el consumidor en el comercio minorista, registrándose periódicamente la temperatura durante su transporte y almacenamiento hasta su consumo. La frecuencia elegida en base a la capacidad de almacenamiento de datos del data logger fue de 1 minuto para el intervalo de traslado y de 2 minutos para el período de almacenamiento en la heladera doméstica.

Las temperaturas en las heladeras domésticas de todos los participantes en este estudio ( $n = 17$ ) fueron monitoreadas utilizando dos data loggers adicionales ubicados en dos posiciones (puerta y estantería media). Las temperaturas registradas fueron evaluadas en términos de las temperaturas medias obtenidas y el tiempo normalizado que el producto permaneció a temperaturas superiores a las sugeridas ( $5^{\circ}\text{C}$ ). Las distribuciones de temperaturas y tiempo de traslado fueron caracterizadas usando funciones de densidad adecuadas como se describe en la siguiente sección.

### ***Temperatura de alimentos vs. Temperatura ambiental***

Las temperaturas de los productos relevadas en los negocios minoristas fueron organizadas en base a la temperatura ambiental, tipo de comercio y barrio relevado. Los valores obtenidos en la góndola (frente, medio y fondo) fueron promediados para cada posición y se procedió al análisis de los resultados de la posición frontal ya que se especuló una mayor incidencia de la temperatura ambiental para dicha condición. Posteriormente, la relación entre las temperaturas promedios de los productos y la temperatura ambiental fue estimada considerando la diferencia entre la temperatura promedio observada y la temperatura ambiental. La relación fue graficada y caracterizada utilizando una regresión lineal. Valores de pendiente mayores a 1 indicaron adecuados controles de temperatura en los comercios y valores menores a 1 indicaron una marcada incidencia de la temperatura ambiental en la temperatura de los productos. Este efecto también fue evaluado mediante el cálculo de la diferencia entre las temperaturas observadas y la máxima temperatura sugerida o reglamentada para cada producto ( $10^{\circ}\text{C}$  para productos lácteos fermentados,  $8^{\circ}\text{C}$  para otros productos lácteos y  $5^{\circ}\text{C}$  para productos cárnicos).

Adicionalmente se obtuvieron las distribuciones de temperatura para tres rangos de temperatura ambiental: a) menor a  $20^{\circ}\text{C}$ , b) entre 20 y  $25^{\circ}\text{C}$  y c) mayor a  $25^{\circ}\text{C}$ . Dichos histogramas fueron caracterizados utilizando funciones de densidad simétricas (Normal y Laplace) y asimétricas (Log Normal, Weibull y Valor Extremo). En la Tabla 1 se presentan un resumen de las distribuciones utilizadas y sus características.

**Tabla 1. Distribuciones de Frecuencia Utilizadas –Formulas, Rangos y Tipo de Distribución**

Distribución	Formula*	Rango	Tipo de Distribución
Normal	$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(X - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$	$-\infty \leq x \leq \infty$	Simétrica
Log Normal	$f(X) = \frac{1}{\sigma_L\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(X - \mu_L)^2}{2\sigma_L^2}\right]$	$0 \leq x \leq \infty$	Asimétrica
Weibull	$f(X) = \frac{a}{b} \left(\frac{X}{b}\right)^{a-1} \exp\left[-\left(\frac{X}{b}\right)^a\right]$	$0 \leq x \leq \infty$	Asimétrica
Valor Extremo	$f(X) = \frac{1}{2b} \exp\left[-\left(\frac{ X - \mu }{b}\right)\right]$	$0 \leq x \leq \infty$	Asimétrica
Laplace	$f(X) = \frac{1}{b} \exp\left\{-\exp\left(\frac{a - \mu}{b}\right) + \left(\frac{a - X}{b}\right)\right\}$	$-\infty \leq x \leq \infty$	Simétrica

\*donde  $\mu$  es el promedio,  $\sigma$  el desvío standard,  $\mu_L$  es el promedio logarítmico,  $\sigma_L$  el desvío standard logarítmico, a y b son constantes características de cada distribución.

La eficiencia de cada distribución para describir los valores experimentales fue determinada basándose en gráficos de Probabilidad- Probabilidad (gráficos P-P), los cuales permiten comparar las proporciones acumuladas de una variable, contra aquellas calculadas a partir de la distribución correspondiente. Divergencias de la relación lineal indican una inadecuada caracterización de los valores por la distribución seleccionada.

Para las mediciones realizadas con los consumidores se evaluó la relación entre la temperatura ambiental durante el traslado desde el comercio hasta el hogar y la temperatura máxima alcanzada por el producto durante esa fase. Adicionalmente se estimó su posible incidencia sobre el desarrollo de microorganismos.

Además se caracterizaron los datos obtenidos de temperatura máxima del producto durante el traslado, temperatura media y máxima del producto durante el almacenamiento en la heladera doméstica, temperatura de las heladeras domésticas, porcentaje del tiempo a temperaturas superiores a 5°C, mediante histogramas de frecuencia con el objeto de comparar los datos obtenidos durante el período estival con las determinaciones reportadas por Balza y Trevisan (2010). El estudio realizado por Balza y Trevisan (2010) se llevó a cabo durante el

período invernal mientras que para el presente análisis las mediciones tuvieron lugar durante la época estival. A partir de la comparación de ambos resultados se podrá inferir la influencia de la temperatura ambiental en los perfiles de temperatura y consecuentemente en el riesgo de contraer una ETA.

Por último, también se caracterizaron mediante distribuciones de frecuencia el crecimiento estimado de dos microorganismos, *L. monocytogenes* y *Y. enterocolítica* al cabo de 24 hs. y al final del período observado de almacenamiento. Dado que en el estudio de Balza y Trevisan (2010) se realizaron estimaciones semejantes para *L. monocytogenes*, se compararon ambas distribuciones con el fin de determinar el impacto de la temperatura ambiental sobre el desarrollo potencial de este microorganismo bajo ambas condiciones.

### ***Estimación de crecimiento microbiano***

Los datos de temperatura relevados fueron utilizados para estimar el crecimiento de dos microorganismos patógenos emergentes: *L. monocytogenes* y *Y. enterocolítica* utilizando un modelo predictivo.

Se seleccionaron estos microorganismos debido a que son psicrótrofos, por lo que presentan la capacidad de desarrollarse a las temperaturas de refrigeración a las cuales idealmente se conserva la leche pasteurizada en sachet (2°C a 8°C).

Diversos estudios han reportado numerosos brotes e incidencia de ambos microorganismos en leche pasteurizada, por lo cual es posible su presencia en este tipo de producto (CDC, 2011; Ackers et al., 2000; Dalton et al., 1997; Tacket et al., 1984; Fleming et al., 1985). Dado que son bacterias termolábiles, su aparición en productos que fueron sometidos a un tratamiento térmico, como ser una pasteurización, se debe principalmente a recontaminaciones posteriores a este proceso (Frye & Donnelly, 2005; Navratilova et al., 2004; ICMSF, 2000).

Con este fin, las curvas de crecimiento para *L. monocytogenes* y *Y. enterocolítica* en leche pasteurizada bajo condiciones isotérmicas fueron obtenidas a partir de datos bibliográficos (Xanthiakos et al., 2006, Food Standard Agency, 2011, respectivamente). Los datos experimentales fueron ajustados con el modelo logístico modificado (Corradini et al., 2005).

$$Y(t) = \log \frac{N(t)}{N_0} = \frac{a}{1 + \exp[k(t_c - t)]} - \frac{a}{1 + \exp[k t_c]} \quad (1)$$

donde  $N(t)$  y  $N_0$  corresponden al número momentáneo e inicial de microorganismos, respectivamente y  $a$ ,  $k$  y  $t_c$  son los parámetros del modelo que dependen de la temperatura. “ $a$ ” está relacionado al máximo crecimiento observado, “ $k$ ” a la velocidad de crecimiento y “ $t_c$ ” al tiempo crítico al cual se observa un incremento significativo en el crecimiento.

Una vez caracterizadas las curvas de crecimiento a las temperaturas reportadas utilizando las ecuaciones correspondientes, se aplicaron modelos secundarios empíricos para describir la dependencia de los parámetros del modelo primario,  $a$ ,  $k$  y  $t_c$ , con la temperatura.

Para estimar el crecimiento microbiano bajo condiciones no isotérmicas es necesario considerar que la velocidad de crecimiento instantánea es la velocidad isotérmica a la temperatura instantánea para un tiempo determinado correspondiente a la proporción de crecimiento instantánea (Corradini y Peleg, 2005).

De esta manera la ecuación de velocidad para el modelo logístico modificado puede expresarse de la siguiente manera:

$$\frac{dY(t)}{dt} = \frac{k[T(t)]a[T(t)]\exp[k[T(t)]\{t_c[T(t)]-t^*\}]}{[1+\exp[k[T(t)]\{t_c[T(t)]-t^*\}]]^2} \quad (2)$$

Donde  $t^*$  está definido por:

$$t^* = \frac{1}{k(T)} \log_e \left[ \frac{\exp[k(T)t_c(T)] \cdot \{a(T) + u(t)\{1 + \exp[k(T)t_c(T)]\}\}}{a(T) \exp[k(T)t_c(T)] - u(t)\{1 + \exp[k(T)t_c(T)]\}} \right] \quad (3)$$

Las ecuaciones diferenciales presentadas puede resolverse utilizando software como Mathematica® o Matlab® para producir la curva de crecimiento que corresponda a cualquier perfil de temperatura no-isotérmico.

Asimismo, las ecuaciones diferenciales pueden aproximarse mediante el uso de una ecuación a diferencia, la cual puede implementarse fácilmente utilizando Microsoft Excel® de la manera señalada en Corradini et al. (2005). El programa en Microsoft Excel® que permite resolver la ecuación diferencial mediante un método explícito de incrementos finitos fue desarrollado por el grupo del Dr. Micha Peleg en la Universidad de Massachusetts - Amherst y es de uso libre, estando disponible al público en general en la página de la Universidad de Massachusetts correspondiente a dicho grupo. El programa desarrollado para estimar crecimiento microbiano bajo condiciones no isotérmicas se presenta en la Figura 3.

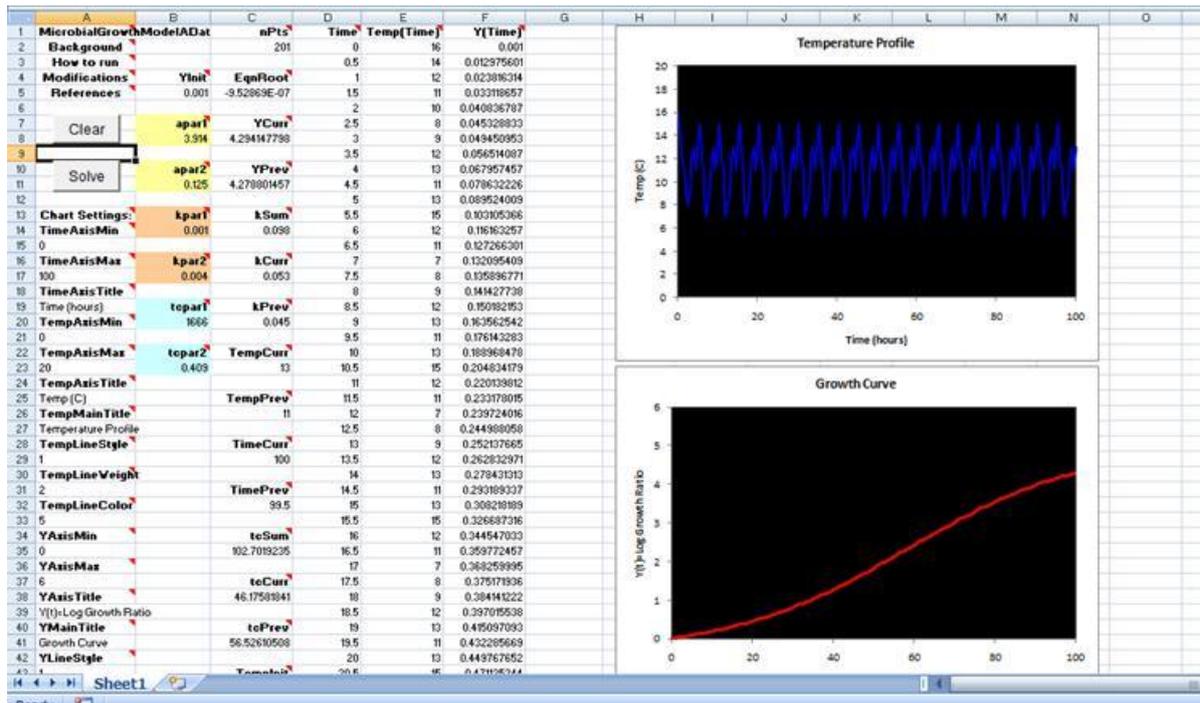


Figura 3. Programa de Microsoft Excel utilizado para estimar las curvas de crecimiento bajo condiciones no-isotérmicas.

Estimaciones del crecimiento de ambos microorganismos fueron obtenidas a partir de cada uno de los perfiles de temperatura registrados en cada consumidor.

## Resultados y Discusión

### *Efecto de Temperaturas Estivales y Condiciones en Comercios Minoristas*

Durante diferentes períodos del año y bajo diversas temperaturas ambientales, se realizó la recolección de datos de temperatura de cuatro tipos de productos refrigerados en comercios de cuatro barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Recoleta, San Cristóbal, Almagro y Monserrat. Los productos seleccionados fueron: un producto lácteo fermentado, un postre lácteo, jamón cortado en rodajas y salchichas.

En las Tablas 2 a 5 se presentan los resultados obtenidos ordenados por producto, barrio y rango de temperatura ambiental al momento de la medición. Se reportan las temperaturas promedio para cada rango de temperatura, su desvío estándar el rango observado y la proporción de mediciones que exceden las temperaturas sugeridas.

**Tabla 2. Temperaturas registradas en un producto lácteo fermentado por barrio en función de la temperatura ambiental**

		Barrio											
		Recoleta			San Cristóbal			Almagro			Monserrat		
Temp. Amb. (°C)		<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25
Temp. Prod. (°C)	Promedio	8,5	8,6	8,9	7,1	10,4	9,5	-	9,8	10,3	4,7	10,5	11,5
	Desvío	3,3	4,1	4,5	1,9	3,3	4,6	-	3	4,2	3,4	3,6	3,2
	Mínima	2,1	-0,7	2,9	4,9	3,9	2	-	6	3,3	1,2	2,3	7,9
	Máxima	16,1	19,9	18	9,1	15,6	18,8	-	16,8	16,4	8,0	18,2	20,0
% > 10°C		42	34	38	0	47	43	-	38	66	0	45	60

**Tabla 3. Temperaturas registradas en un postre lácteo por barrio en función de la temperatura ambiental**

		Barrio											
		Recoleta			San Cristóbal			Almagro			Monserrat		
Temp. Amb. (°C)		<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25
Temp. Prod. (°C)	Promedio	8,5	7,8	-	6,6	9,0	-	-	8,6	10,8	4,1	10,6	-
	Desvío	2,8	2,0	-	1,8	3,9	-	-	3,5	4,8	2,5	3,6	-
	Mínima	4,3	5,5	-	4,9	0,6	-	-	2	3,2	2,3	5,8	-
	Máxima	12,6	10,7	-	8,5	15,0	-	-	16,6	16,1	5,8	15,5	-
% > 8°C		58	55		33	66	-	-	60	70	0	66	-

Es importante notar que a pesar de haber realizado más de 2000 determinaciones, para

algunos rangos no se obtuvieron suficientes datos como para realizar el tratamiento estadístico.

**Tabla 4. Temperaturas registradas en jamón en rodajas por barrio en función de la temperatura ambiental**

Barrio													
Barrio	Recoleta			San Cristóbal			Almagro			Montserrat			
Temp. Amb. (°C)	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	
Temp. Prod. (°C)	Promedio	8,8	9,8	11,1	4,9	7,8	10,3	-	9,9	10,2	7,6-	10,6	12,5
	Desvío	3,0	3,8	4,0	-	2,7	4,4	-	3,3	5,4	-	3,1	4,4
	Mínima	2,6	3,2	2,9	-	4,6	2,9	-	5	2	-	4,5	5,3
	Máxima	13,2	18,3	19,5	-	12,3	19,3	-	14,5	17,6	-	15,1	19
% > 5°C	94	85	95	0	80	82	-	92	73	100	94	100	

**Tabla 5. Temperaturas registradas en salchichas por barrio en función de la temperatura ambiental**

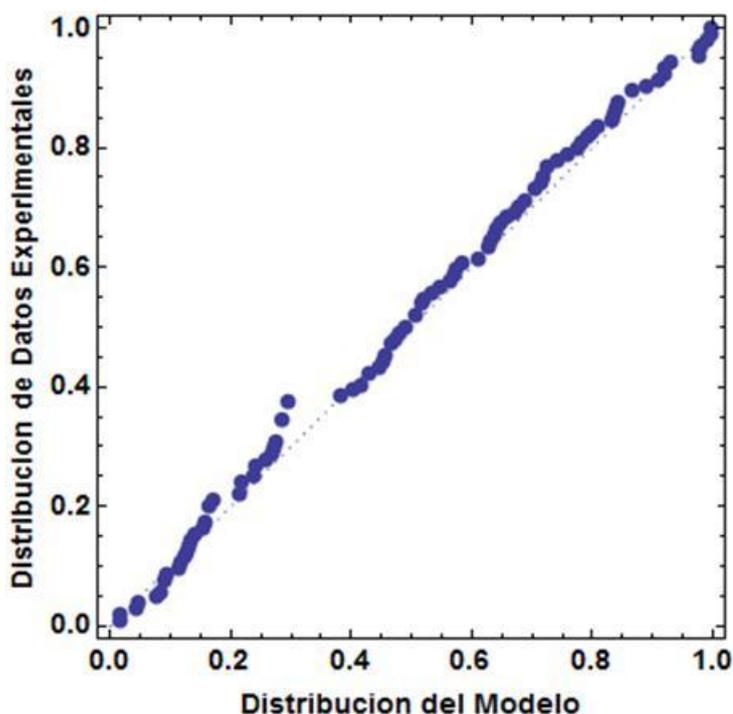
Barrio													
Barrio	Recoleta			San Cristóbal			Almagro			Montserrat			
Temp. Amb. (°C)	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	<20	20 - 25	>25	
Temp. Prod. (°C)	Promedio	7,6	7,2	7,6	6,9	8,9	13,9	-	8,4	11,4	3,4	8,6	8,5
	Desvío	3,7	3,8	6,5	2,9	2,5	7,7	-	4,0	4,2	3,7	4,1	2,8
	Mínima	-0,2	-1,1	0,3	2,9	4,2	8,5	-	3,1	3,7	0,8	2,9	3,7
	Máxima	16,1	16,5	16,9	9,9	13,2	19,3	-	18,7	18,7	6,1	18,6	10,6
% > 5°C	84	73	50	75	94	100	-	77	92	50	82	100	

Teniendo en cuenta la temperatura sugerida para la conservación de cada uno de estos productos y observando la temperatura promedio y el desvío estándar de los valores para cada situación, puede verse una tendencia creciente en estos parámetros a medida que la temperatura ambiental aumenta. Sin embargo, es importante notar que este efecto es mayor para estos valores en barrios de menores recursos. Adicionalmente puede observarse diferencias entre los productos analizados. Normalmente los productos lácteos y los cárnicos se encuentran almacenados en diferentes heladeras, lo cual genera esta discrepancia. Adicionalmente, los diferentes valores de corte (10, 8 y 5°C) determinan que las proporciones de productos almacenados a temperaturas inadecuadas sean mayores para productos cárnicos que para los lácteos. Es importante notar que basándonos en los datos relevados no se puede

asegurar un suministro de productos refrigerados en condiciones de conservación óptimas para los consumidores de estos barrios de la Ciudad de Buenos Aires.

Considerando casos extremos, puntualmente los resultados para el jamón en rodajas en Monserrat para cualquier rango de temperatura, casi la totalidad de las mediciones fue superior a los 5°C recomendados para estos productos.

Con el objeto de obtener mayor información a partir de los datos obtenidos se procedió a graficarlos en forma de histograma (lo cual permite evaluar la frecuencia para diferentes intervalos de interés) y su caracterización utilizando funciones de densidad. La eficacia de las funciones seleccionadas para describir las distribuciones observadas fue evaluada utilizando gráficos P-P. En la Figura 4 puede observarse el gráfico P-P de la distribución normal para valores de temperatura del producto lácteo fermentado.

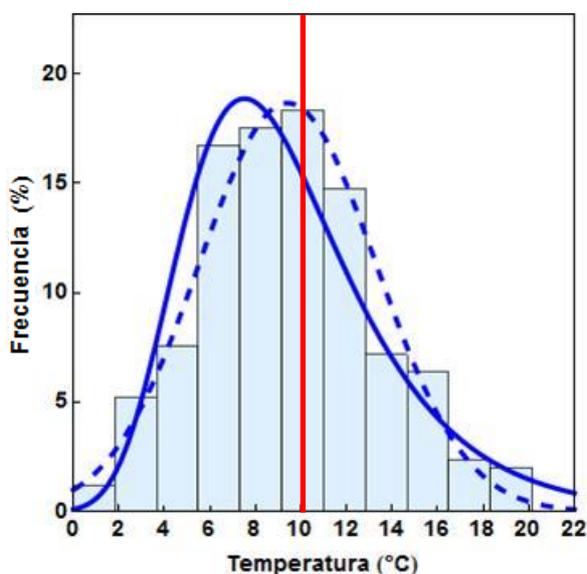


**Figura 4. Ejemplo de Grafico P-P utilizado para seleccionar las distribuciones más adecuadas**

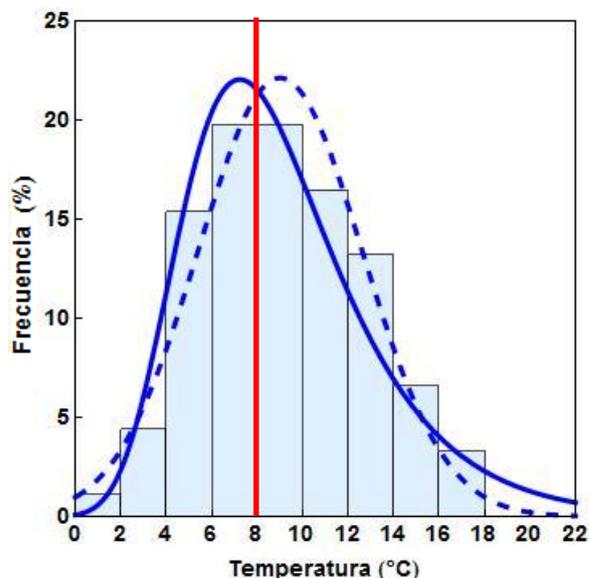
En base a los resultados de dichos gráficos, se determinó que las distribuciones Normal y de Valor Extremo proveían descripciones adecuadas de los datos y, por lo tanto, se procedió a utilizarlas en las secciones siguientes.

La distribución de las temperaturas medias totales para cada producto pueden observarse en la Figura 5.

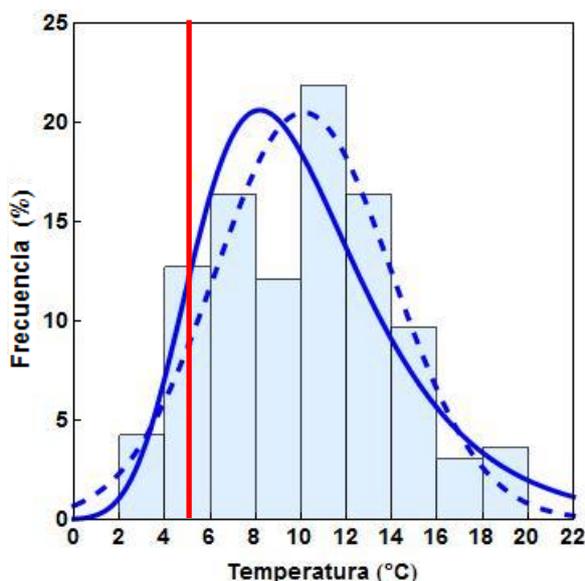
### PRODUCTO LÁCTEO FERMENTADO



### POSTRE LÁCTEO



### JAMÓN



### SALCHICHAS

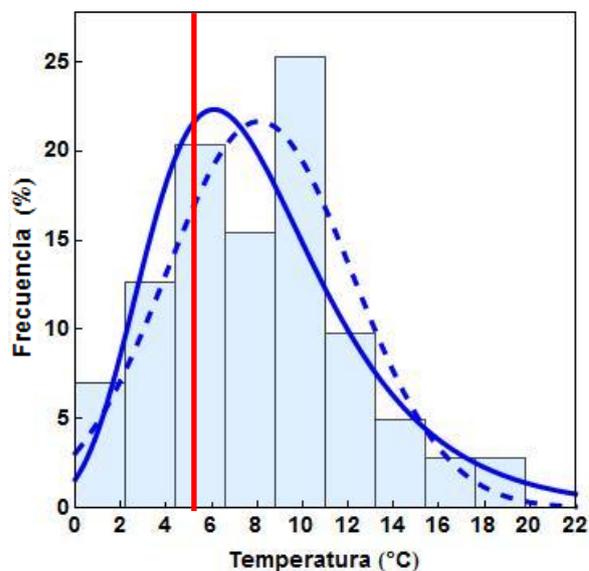


Figura5. Histogramas de la totalidad de temperaturas medias observadas en los cuatro productos estudiados y su ajuste con una distribución Normal (línea punteada) y de Valor Extremo (línea completa)

En la Figura 5 se puede observar la probabilidad de encontrar productos almacenados en negocios minoristas a temperaturas igual o menores a las sugeridas (intervalos a la izquierda de la línea roja). Es importante señalar que en esta figura se incluyen la totalidad de los datos obtenidos para cada producto, sin incluir ninguna diferenciación en función de la temperatura ambiental o del tipo de comercio relevado. A partir de esta representación se pone en evidencia las deficiencias en la cadena de frío en los barrios observados y la escasa

proporción de productos, especialmente productos cárnicos, almacenados en condiciones adecuadas. También es posible observar la adecuada caracterización de los datos utilizando las distribuciones seleccionadas (Normal y Valor Extremo). Es importante notar que la distribución de Valor Extremo, al ser asimétrica, posibilita una mejor descripción de la cola de distribución, o sea una mejor estimación de la cantidad de productos almacenados a temperaturas extremas.

En la Tabla 6 se presentan los parámetros de las distribuciones seleccionadas y la probabilidad de encontrar valores superiores a los reglamentados estimada partir de dichas distribuciones. Ambas distribuciones proveen similares resultados.

Los parámetros de la distribución normal son  $\mu$ , el promedio y  $\sigma$ , el desvío standard. En el caso de la distribución de Valor Extremo, sus parámetros a y b corresponden a un parámetro de ubicación y de escala, los cuales están relacionados al valor promedio de los valores y su dispersión, respectivamente.

**Tabla 6. Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media totales de cada producto**

Distribución	Parámetros	Lácteo Fermentado	Postre Lácteo	Jamón	Salchichas
<b>NORMAL</b>	$\mu$	9,4	9,0	10,1	8,1
	$\sigma$	3,9	3,6	3,9	4,1
	<b>% <math>\geq</math> valor reglamentado</b>	36	55	91	78
<b>VALOR EXTREMO</b>	<b>a</b>	7,5	7,2	8,2	6,1
	<b>b</b>	3,5	3,3	3,6	3,7
	<b>% <math>\geq</math> valor reglamentado</b>	39	55	91	74

Una vez caracterizada la totalidad de los datos se procedió a clasificarlos en función de la temperatura ambiental. Cada rango fue graficado en forma de histograma y caracterizado con las distribuciones indicadas (Normal y Valor Extremo). Los resultados para cada tipo de producto se presentan en las Figs. 6-10. Los parámetros de las distribuciones y la probabilidad de encontrar valores superiores a los reglamentados estimada partir de dichas distribuciones se incluyen en las figuras. El ajuste de la distribución Normal se grafica como una línea punteada y el de la distribución de Valor Extremo como una línea completa.

**PRODUCTO LÁCTEO FERMENTADO**

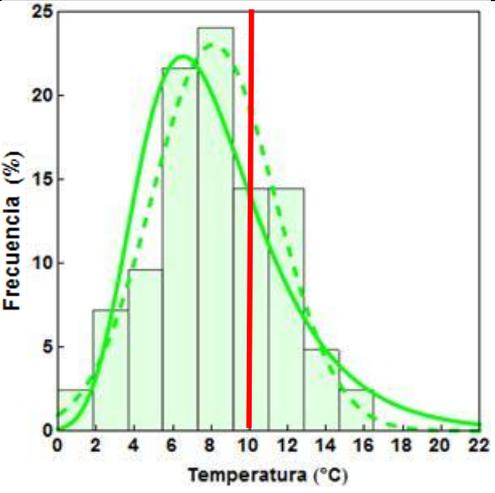
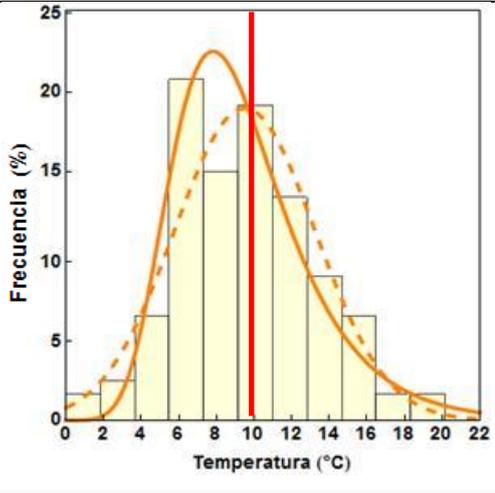
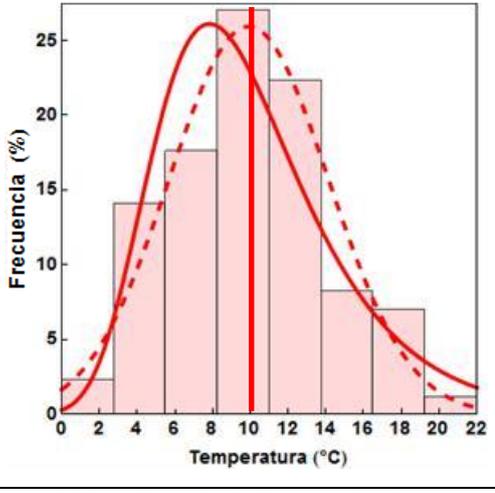
<b>Temp. Ambiental &lt; 20°C</b>		
	<b>NORMAL</b>	
	$\mu$	8,1
	$\sigma$	3,24
	$\% \geq 10^\circ\text{C}$	27,7
	<b>VALOR EXTREMO</b>	
	<b>a</b>	6,52
	<b>b</b>	3,04
$\% \geq 10^\circ\text{C}$	27,3	
<b>20°C &lt; Temp. Ambiental &lt; 25°C</b>		
	<b>NORMAL</b>	
	$\mu$	9,51
	$\sigma$	3,74
	$\% \geq 10^\circ\text{C}$	45
	<b>VALOR EXTREMO</b>	
	<b>a</b>	7,82
	<b>b</b>	2,92
$\% \geq 10^\circ\text{C}$	38	
<b>Temp. Ambiental &gt; 25°C</b>		
	<b>NORMAL</b>	
	$\mu$	9,91
	$\sigma$	4,22
	$\% \geq 10^\circ\text{C}$	49
	<b>VALOR EXTREMO</b>	
	<b>a</b>	7,9
	<b>b</b>	3,87
$\% \geq 10^\circ\text{C}$	44	

Figura 6. Distribución de frecuencia de temperaturas media (lácteo fermentado) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución

**POSTRE LÁCTEO**

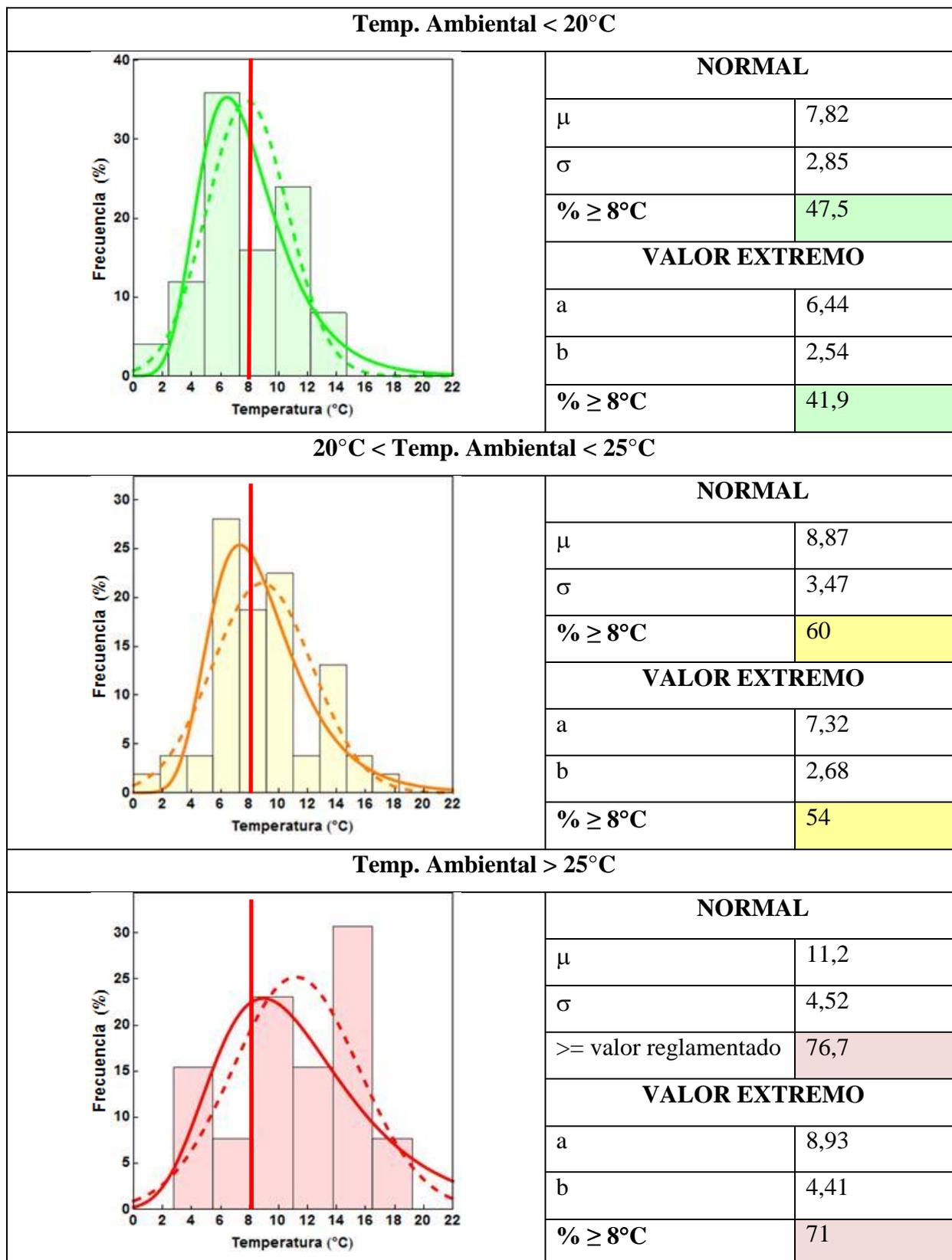


Figura 7. Distribución de frecuencia de temperaturas media (postre lácteo) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución

### JAMÓN EN RODAJAS

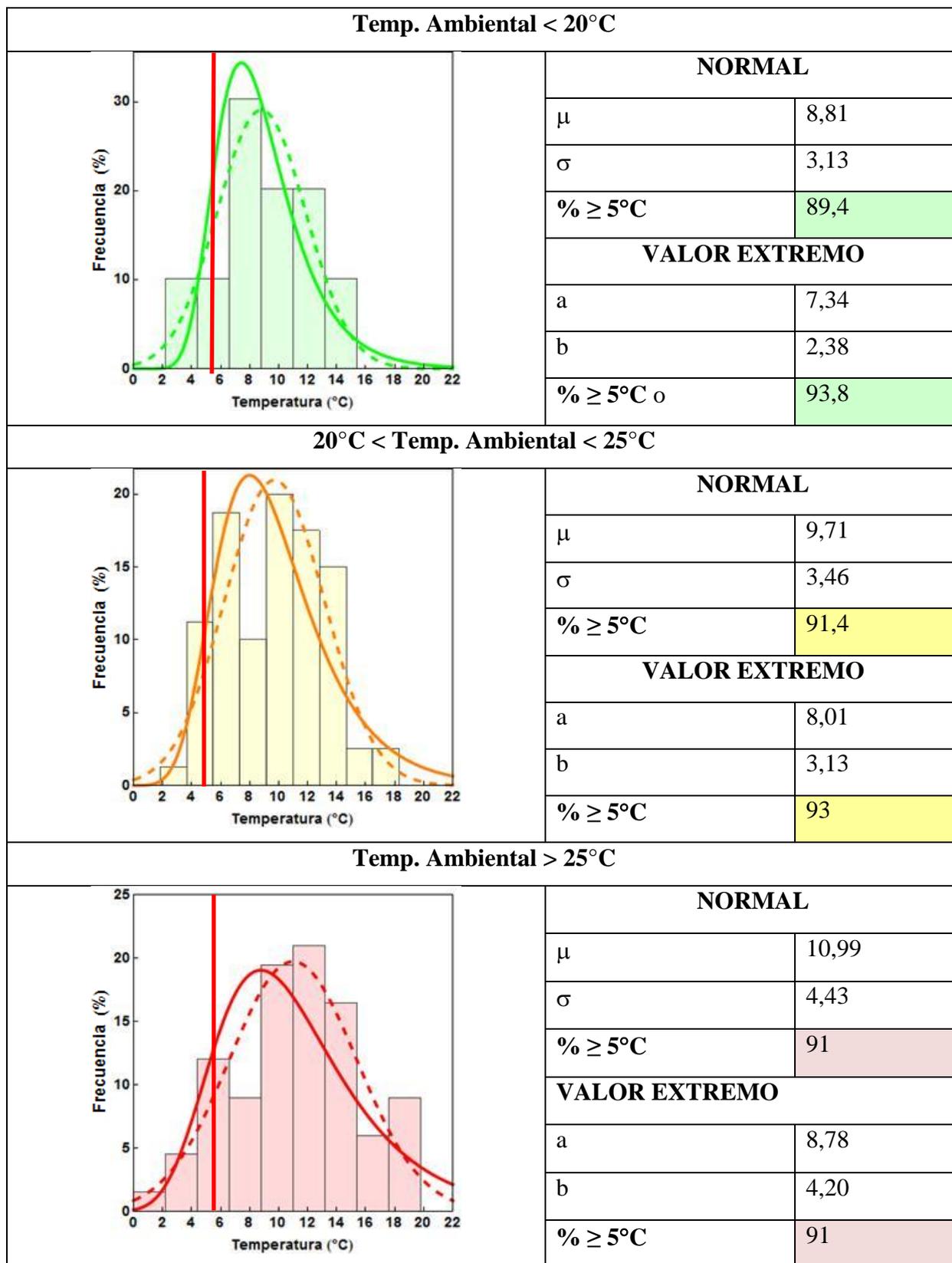


Figura 8. Distribución de frecuencia de temperaturas media (jamón) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución

**SALCHICHAS**

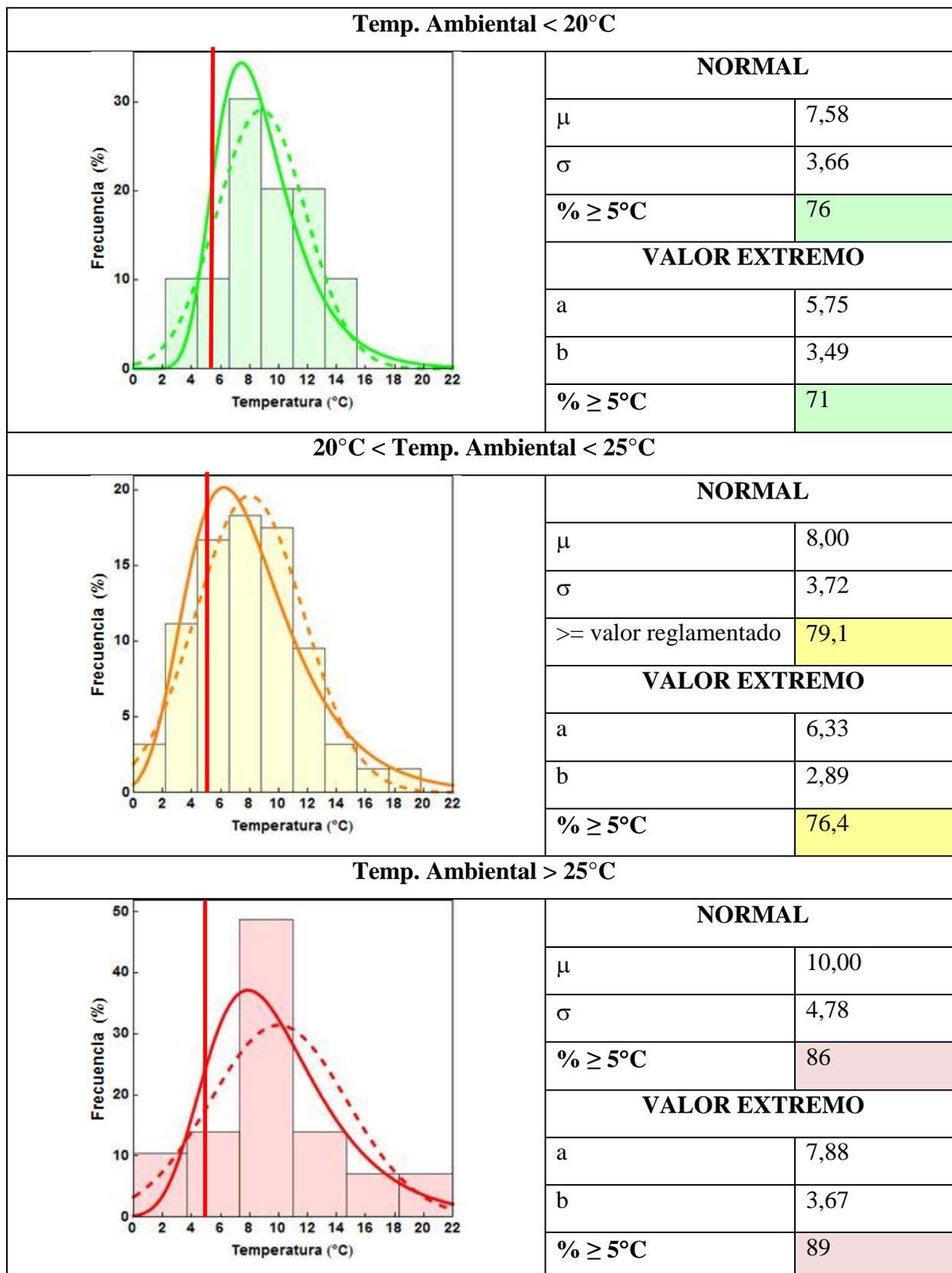


Figura 9. Distribución de frecuencia de temperaturas media (salchichas) en función de la temperatura ambiental y parámetros característicos de cada distribución

A medida que la temperatura ambiental se incrementa, la probabilidad de encontrar productos a temperaturas adecuadas disminuye. Esto puede observarse en las Figuras 6-10, a temperaturas mayores la proporción de mediciones a la derecha de la línea roja (la cual simboliza el límite aceptable) es mayor. Esto también puede corroborarse observando los parámetros de las distribuciones; los valores relacionados a la temperatura promedio se incrementan a medida que la temperatura ambiental es mayor. La probabilidad estimada a partir de las distribuciones también sigue esa tendencia para todos los productos salvo el jamón en rodajas. Para este producto las probabilidades en todos los casos son cercanas a 100%.

También se clasificaron los resultados de temperatura para cada producto en relación al tipo de comercio relevado. Comercios no pertenecientes a una cadena comercial se los clasificaron como “independientes”. A partir de observaciones de condiciones sanitarias se infirió que la carencia de regulaciones internas, falta de sistematización y conocimiento acerca de operaciones de un comercio alimentario o falta de capital para la compra de equipamiento podrían ser prevalentes en comercios independientes. Estas carencias pueden estar asociadas a la prevalencia de prácticas inadecuadas en comercios de un tipo en particular o ser la causa de la excesiva influencia de factores ambientales en las temperaturas de los productos. Los resultados se presentan en las Figuras 10-13 y las Tablas 7-11

### PRODUCTO LÁCTEO FERMENTADO

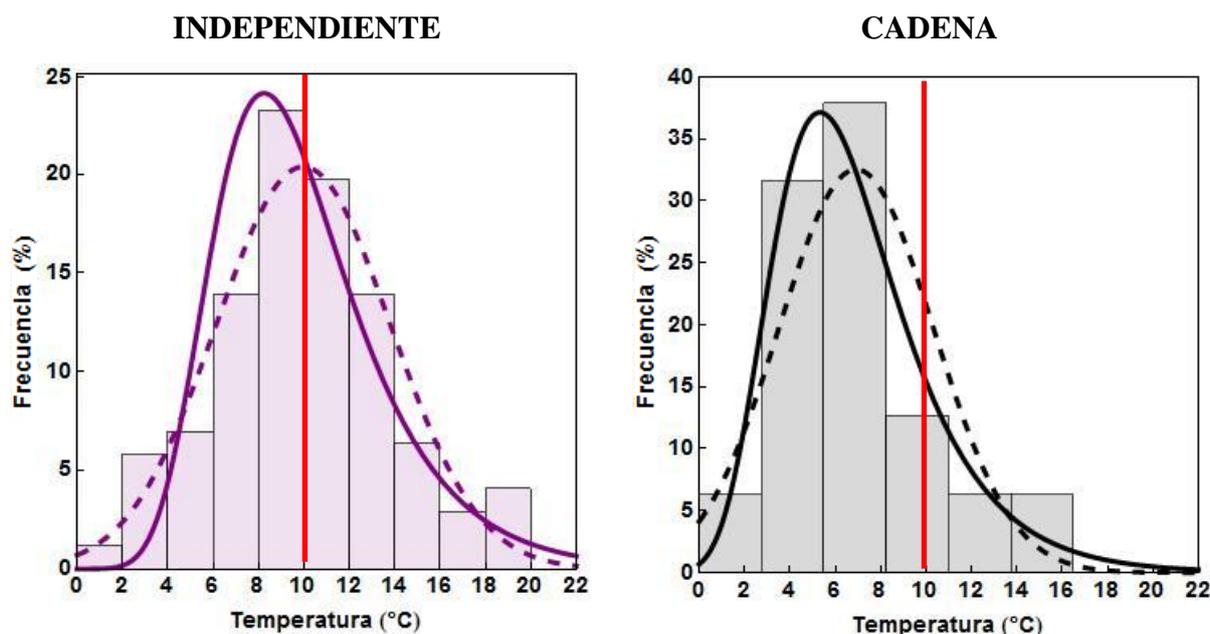


Figura 10. Distribución de frecuencia de temperaturas media del producto lácteo fermentado diferenciado por tipo de comercio.

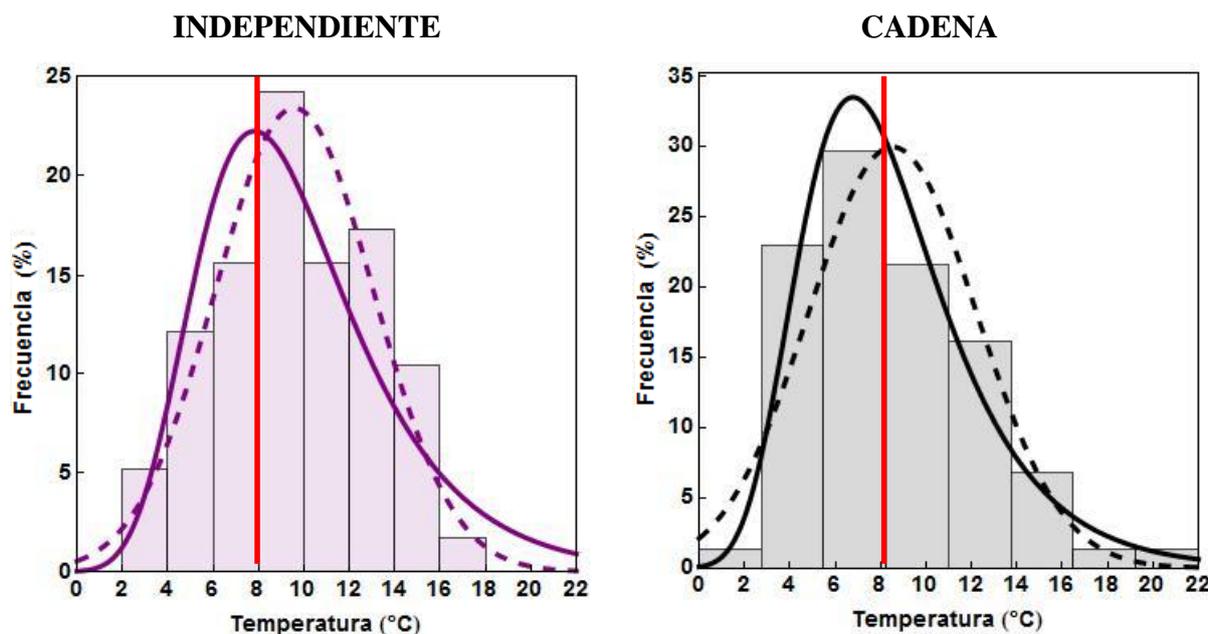
**Tabla 7. Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en productos lácteos fermentados diferenciados por tipo de comercio**

Distribución	Parámetros	Independiente	Cadena
NORMAL	$\mu$	10,0	6,9
	$\sigma$	3,8	3,4
	% $\geq$ valor reglamentado	49,7	18,2
VALOR EXTREMO	a	8,2	5,3
	b	3,0	2,8
	% $\geq$ valor reglamentado	45	16,7

En el caso del producto lácteo fermentado, la diferencia en las prácticas es notable. La probabilidad de encontrar productos de este tipo almacenados de manera inadecuada en comercios independientes es 30% más alta que en comercios afiliados a una cadena (Tabla 7). Las estimaciones provenientes de las dos distribuciones son similares.

Para el postre lácteo pueden observarse resultados similares. En este caso, la probabilidad de encontrar postres lácteos almacenados de manera inadecuada en comercios independientes es aproximadamente 20% más alta que en comercios afiliados a una cadena (Tabla 8).

### POSTRE LÁCTEO



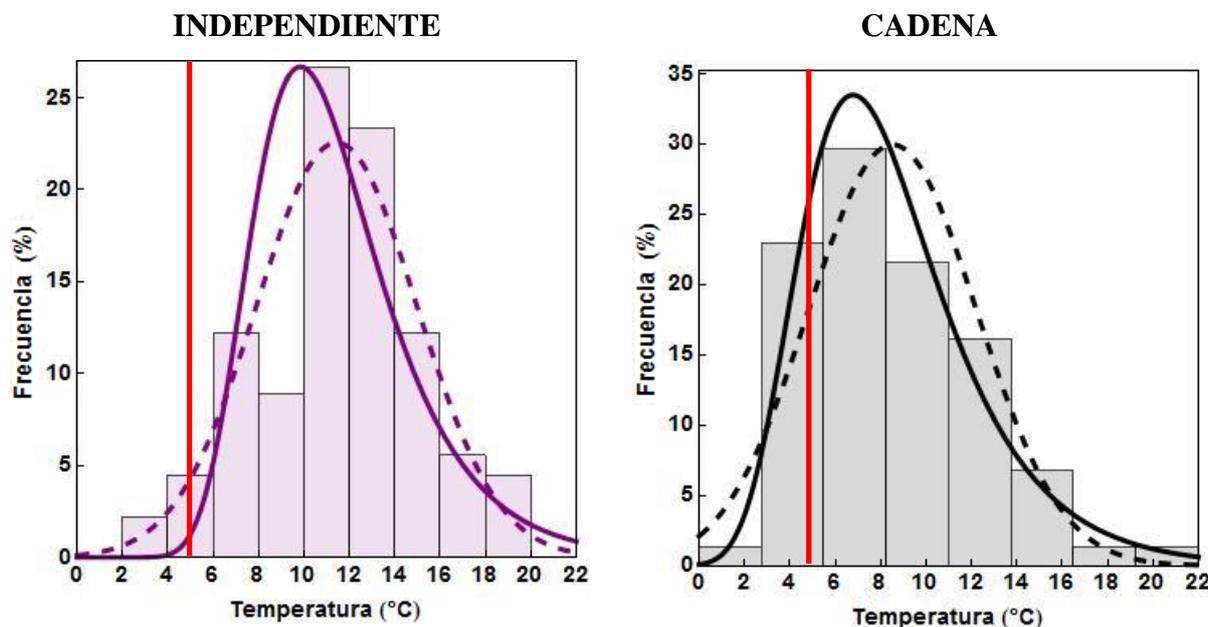
**Figura 11. Distribución de frecuencia de temperaturas media del postre lácteo diferenciado por tipo de comercio.**

**Tabla 8. Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en postres lácteos fermentados diferenciados por tipo de comercio**

Distribución	Parámetros	Independiente	Cadena
NORMAL	$\mu$	9,6	8,0
	$\sigma$	3,5	3,6
	% $\geq$ valor reglamentado	67	49,6
VALOR EXTREMO	a	8,0	6,4
	b	2,7	2,8
	% $\geq$ valor reglamentado	61,3	44,0

Es relevante mencionar que de todos los productos evaluados el jamón es aquel en el cual se registraron temperaturas superiores (temperaturas promedio  $> 10^{\circ}\text{C}$ ) como puede observarse en la Tabla 9.

### JAMÓN EN RODAJAS



**Figura 12. Distribución de frecuencia de temperaturas media del jamón en rodajas diferenciado por tipo de comercio.**

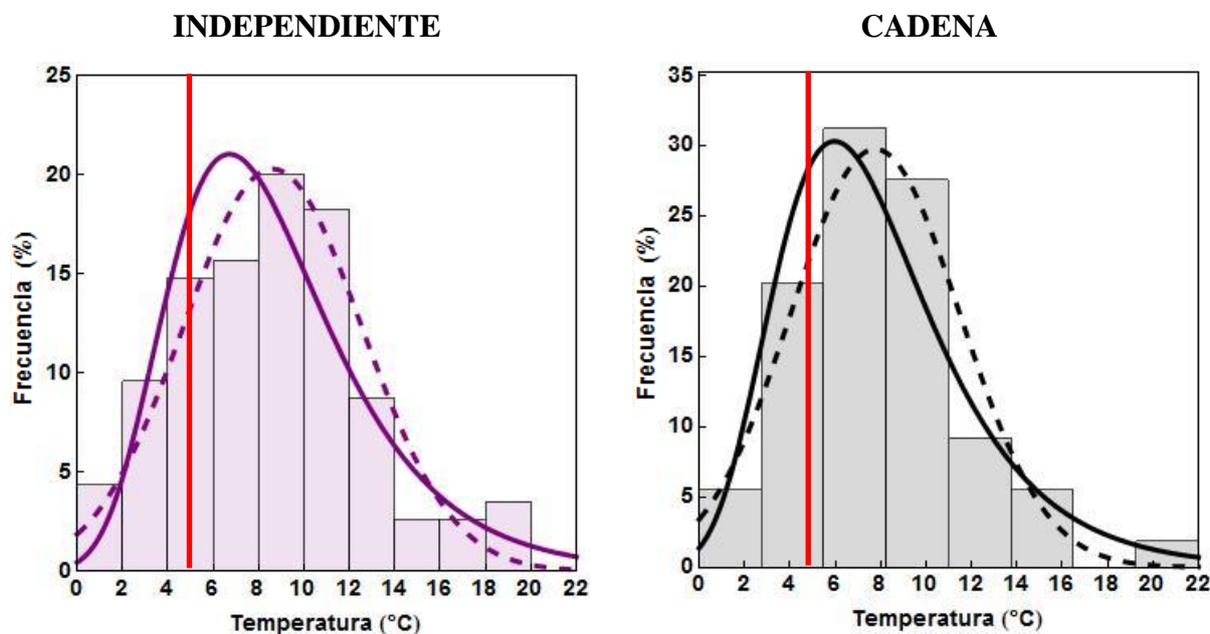
Para el jamón en rodajas, las diferencias se reducen al 15%, siendo la probabilidad de encontrar productos almacenados inadecuadamente más alta en el caso de los comercios independientes.

**Tabla 9. Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en jamón en rodajas diferenciados por tipo de comercio**

Distribución	Parámetros	Independiente	Cadena
NORMAL	$\mu$	11,4	8,5
	$\sigma$	3,6	3,7
	% $\geq$ valor reglamentado	97	83
VALOR EXTREMO	a	9,9	6,8
	b	2,8	3,1
	% $\geq$ valor reglamentado	98	83

Finalmente para el segundo producto cárnico evaluado, salchichas, las diferencias se reducen aún más que en el caso del jamón en rodajas y sólo existe una disminución de 5-7% en la probabilidad de encontrar temperaturas superiores a las requeridas, asociada al tipo de comercio. Sin embargo es importante notar que la tendencia observada para los demás productos también está presente en este caso: los comercios independientes están asociados a la prevalencia de temperaturas elevadas.

### SALCHICHAS



**Figura 13. Distribución de frecuencia de temperaturas media de salchichas diferenciado por tipo de comercio.**

**Tabla 10. Parámetros de las distribuciones utilizadas para describir los datos de temperatura media en salchichas diferenciados por tipo de comercio**

Distribución	Parámetros	Independiente	Cadena
<b>NORMAL</b>	$\mu$	8,6	7,8
	$\sigma$	3,9	3,8
	<b>% <math>\geq</math> valor reglamentado</b>	82	77
<b>VALOR EXTREMO</b>	<b>a</b>	6,7	6,0
	<b>b</b>	3,5	3,4
	<b>% <math>\geq</math> valor reglamentado</b>	81	74

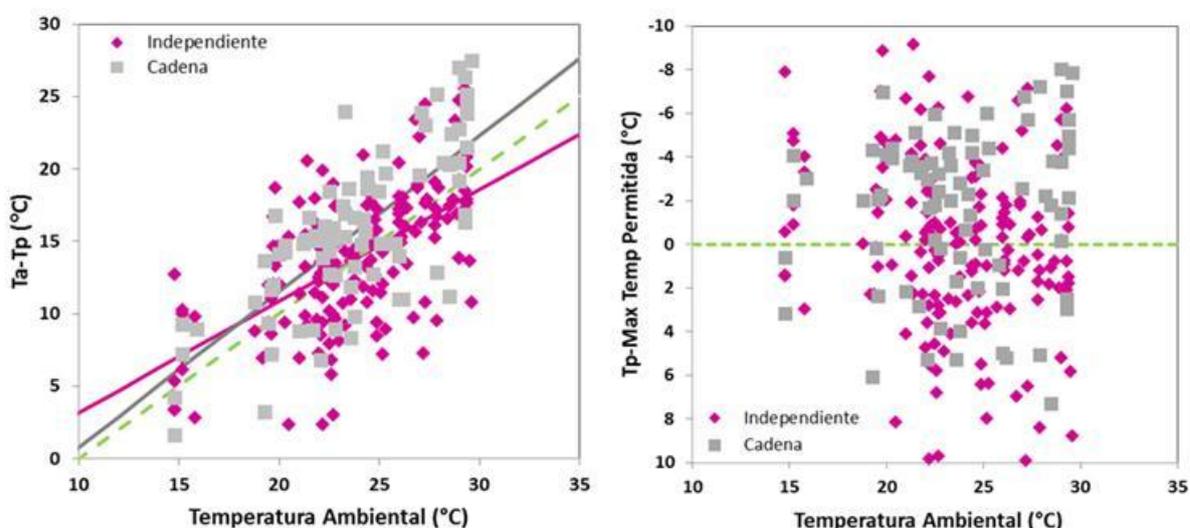
La sistemática diferencia en el comportamiento de ambos tipos de comercio permite establecer que existen deficiencias estructurales que afectan la prevalencia de altas temperaturas en cierto tipo de comercio y que posiblemente el efecto de las temperaturas ambientales en la temperatura del producto será mayor para estos casos.

Además de las diferencias en la temperatura de estos productos atribuibles al tipo de comercio donde se compra el producto, se hipotetizó que las condiciones socioeconómicas del barrio donde el comercio se encuentra localizado puede influir en la prevalencia de temperaturas inadecuadas. Para evaluar esta hipótesis se realizó una sub-clasificación de los datos basados no sólo en el tipo sino también en el barrio en el que se ubica el comercio. La sub-clasificación redujo el número de determinaciones por categoría, lo cual imposibilita continuar con el análisis de datos basado en distribución de frecuencias. Por lo tanto, se recurrió a analizar los datos graficando la diferencia entre la temperatura del producto y la temperatura ambiental en función de las condiciones ambientales por barrio y tipo de comercio. La relación entre la diferencia de temperaturas y la temperatura ambiental se caracterizó con una relación lineal. Valores de pendiente iguales o superiores a 1 indican adecuado manejo de los alimentos, valores inferiores a 1 están relacionados a manejo inadecuado. Los valores totales y parciales para dos barrios de características socioeconómicas diferentes (Recoleta y San Cristóbal) se presentan en las Figuras 14-21. En dichas figuras se agregó una línea verde punteada que corresponde a dicha diferencia de temperaturas calculada con el valor máximo sugerido para el almacenamiento de cada producto. La misma delimita resultados aceptables (encima de la línea) vs. inaceptables (debajo de la línea).

En adición a los gráficos de la diferencia de temperatura ambiental y del producto (Ta-

Tp) en función de las condiciones ambientales, se graficó la diferencia entre la temperatura del producto y la máxima temperatura requerida/permitida. Los resultados también se presentan en las Figuras 14-21. Cuando se graficó esta última diferencia (Temp. Producto – Temp. Max. Permitida) en relación a la temperatura ambiental, se agregó una línea verde para el valor = 0 lo cual facilita identificar valores aceptables (por encima de la línea) de los inaceptables (debajo). Nótese que en el caso de estos gráficos se invirtió la escala, comenzando el rango del eje y en -10 a 10 para facilitar la comparación de los datos.

### PRODUCTO LÁCTEO FERMENTADO



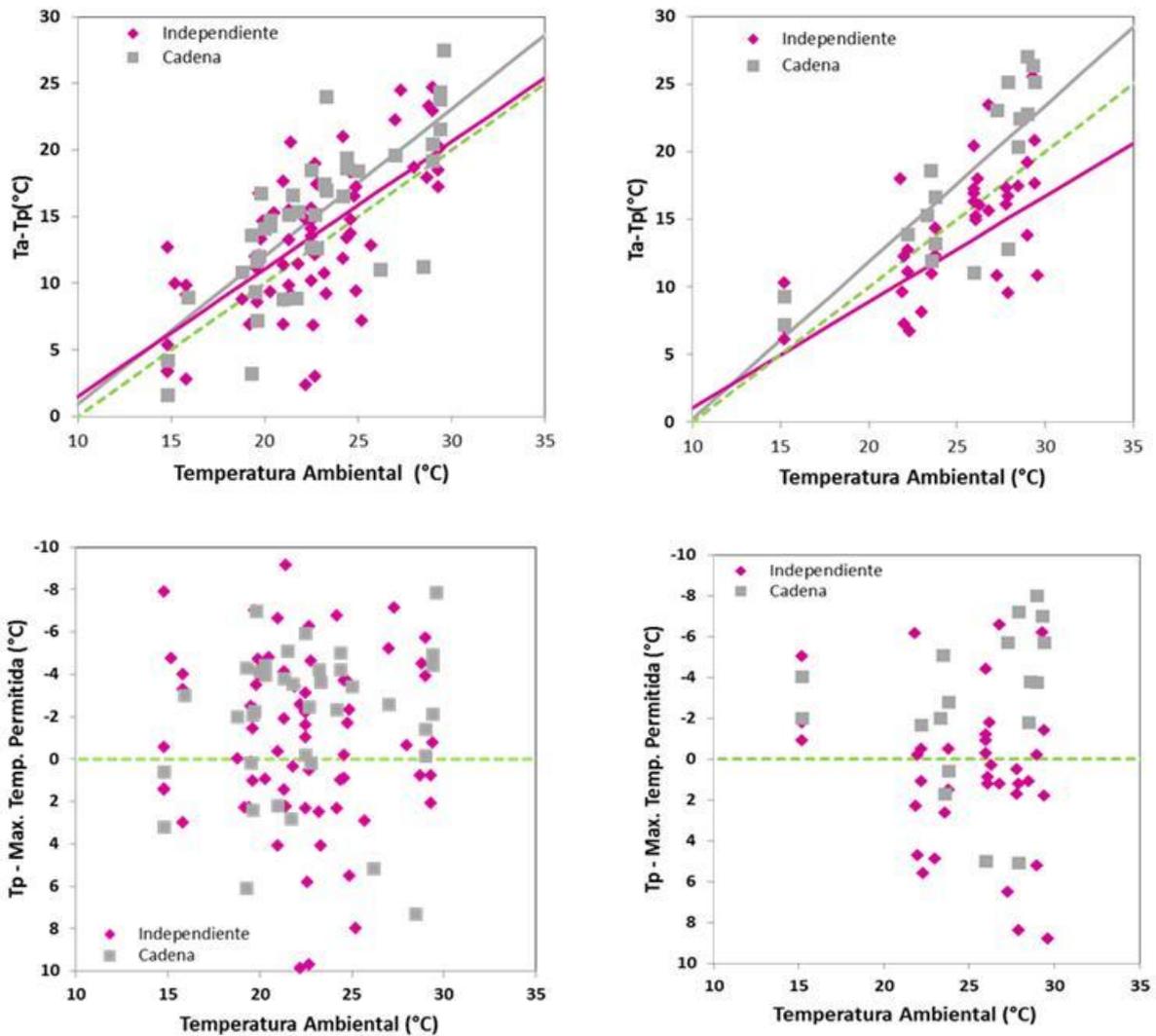
**Figura 14. Relación entre temperatura del producto lácteo fermentado en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)**

Para el producto lácteo fermentado, puede observarse una diferenciación importante entre los valores relevados en comercios independientes y asociados a una cadena. La parte superior de las figuras están mayormente pobladas por datos relevados en comercios afiliados a una cadena. Los valores de la pendiente de las regresiones lineales para ambos refuerzan esta observación (1,1 vs 0,77 para cadena vs. independiente). Cuando se comparan los resultados en función del barrio, se observan tendencias similares (mejor performance de los supermercados de cadena en ambos barrios). Es importante notar una mayor prevalencia de valores inadecuados para San Cristóbal. Las pendientes de la regresión lineal corroboran esos resultados. Para Recoleta los valores de las pendientes fueron 1,1 y 0,96 (cadena vs. Independiente) y para San Cristóbal fueron 1,2 (cadena) vs. 0,78 (independiente).

**PRODUCTO LÁCTEO FERMENTADO**

**Recoleta**

**San Cristóbal**



**Figura 15. Relación entre temperatura del producto lácteo fermentado en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)**

Para el postre lácteo se observó la misma tendencia. Cuando se compararon los valores totales en función del tipo de negocio, las mediciones realizadas en supermercados de cadena quedaron mayormente comprendidas en la parte superior de las figuras. Los valores de las pendientes de la regresión lineal fueron 0,8 vs 0,61 para negocio perteneciente a una cadena y negocio independiente, respectivamente.

### POSTRE LÁCTEO

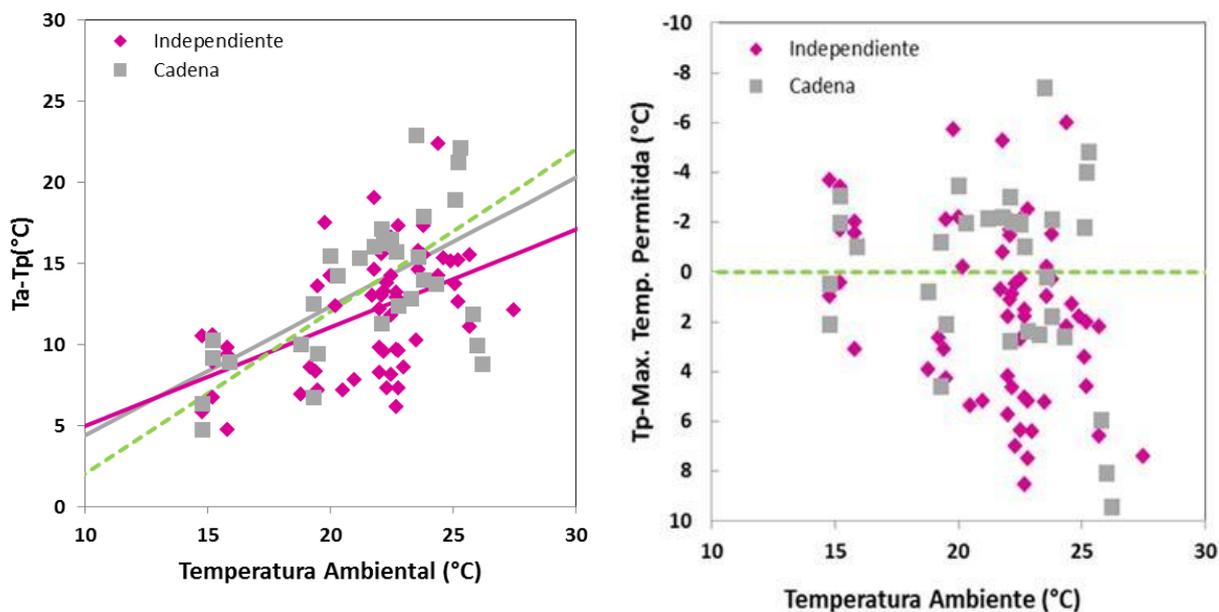


Figura 16. Relación entre temperatura del postre lácteo en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)

### POSTRE LÁCTEO

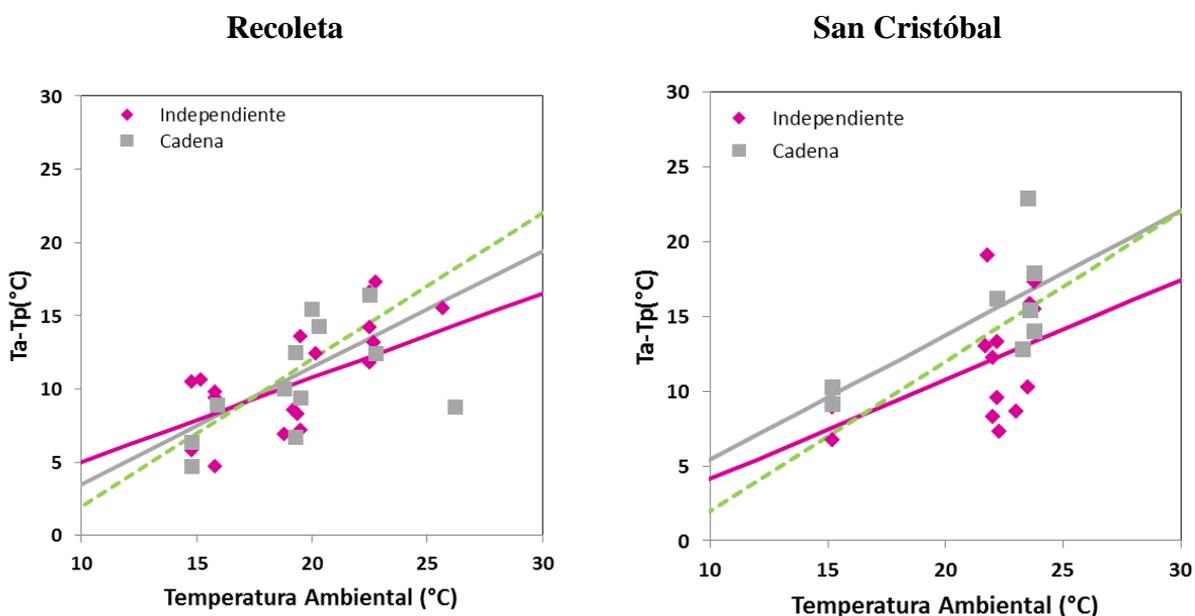


Figura 17. Relación entre temperatura del postre lácteo en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Ta-Tp vs. Temperatura ambiental). Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada

Cuando se compararon los resultados para los dos barrios, para Recoleta los valores de las pendientes fueron 0,79 y 0,58 (cadena vs. independiente) y para San Cristóbal fueron 0,83

(cadena) vs. 0,67 (independiente).

### POSTRE LÁCTEO

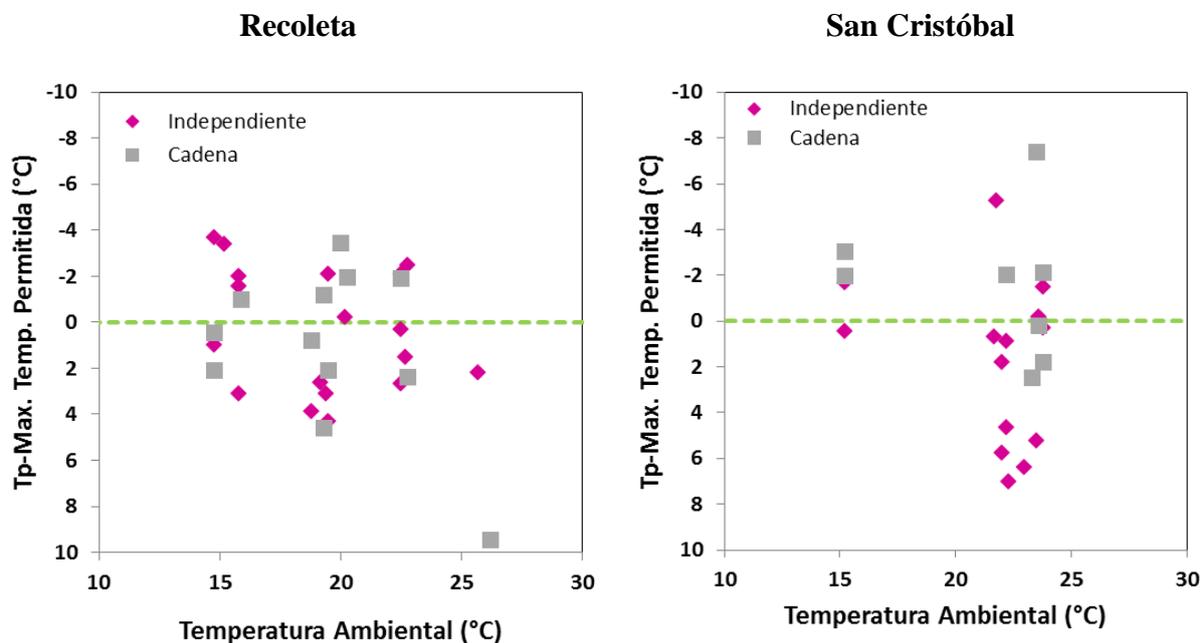


Figura 18. Relación entre temperatura del postre lácteo en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Temp. Producto-Max Temp. Permitida vs. Temperatura Ambiental. Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)

### JAMÓN EN RODAJAS

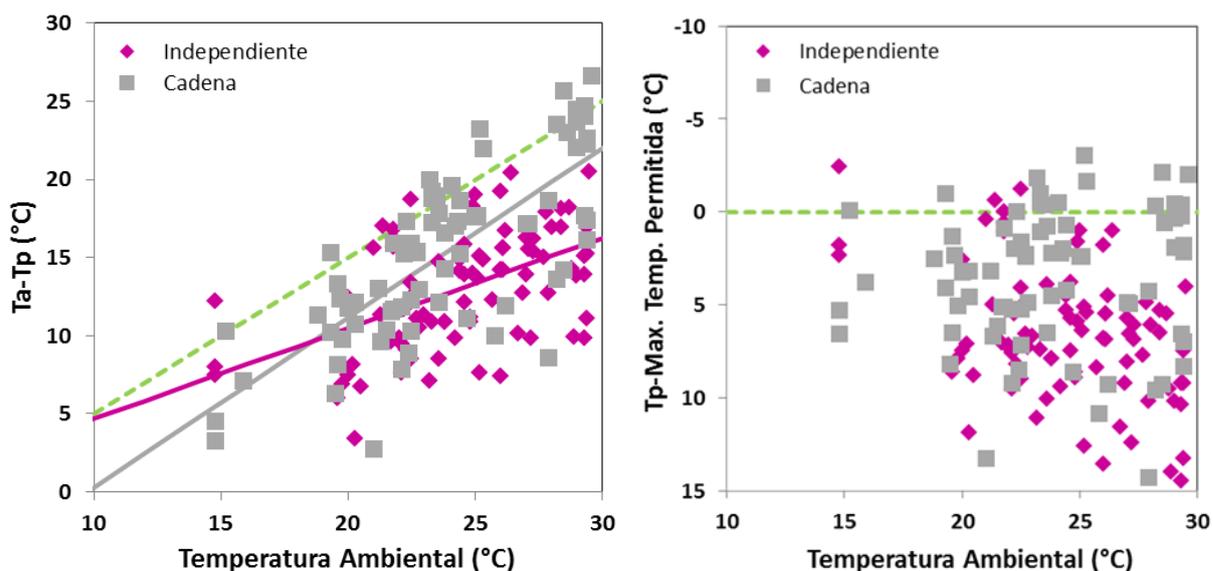


Figura 19. Relación entre temperatura del jamón en rodajas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)

### JAMÓN EN RODAJAS

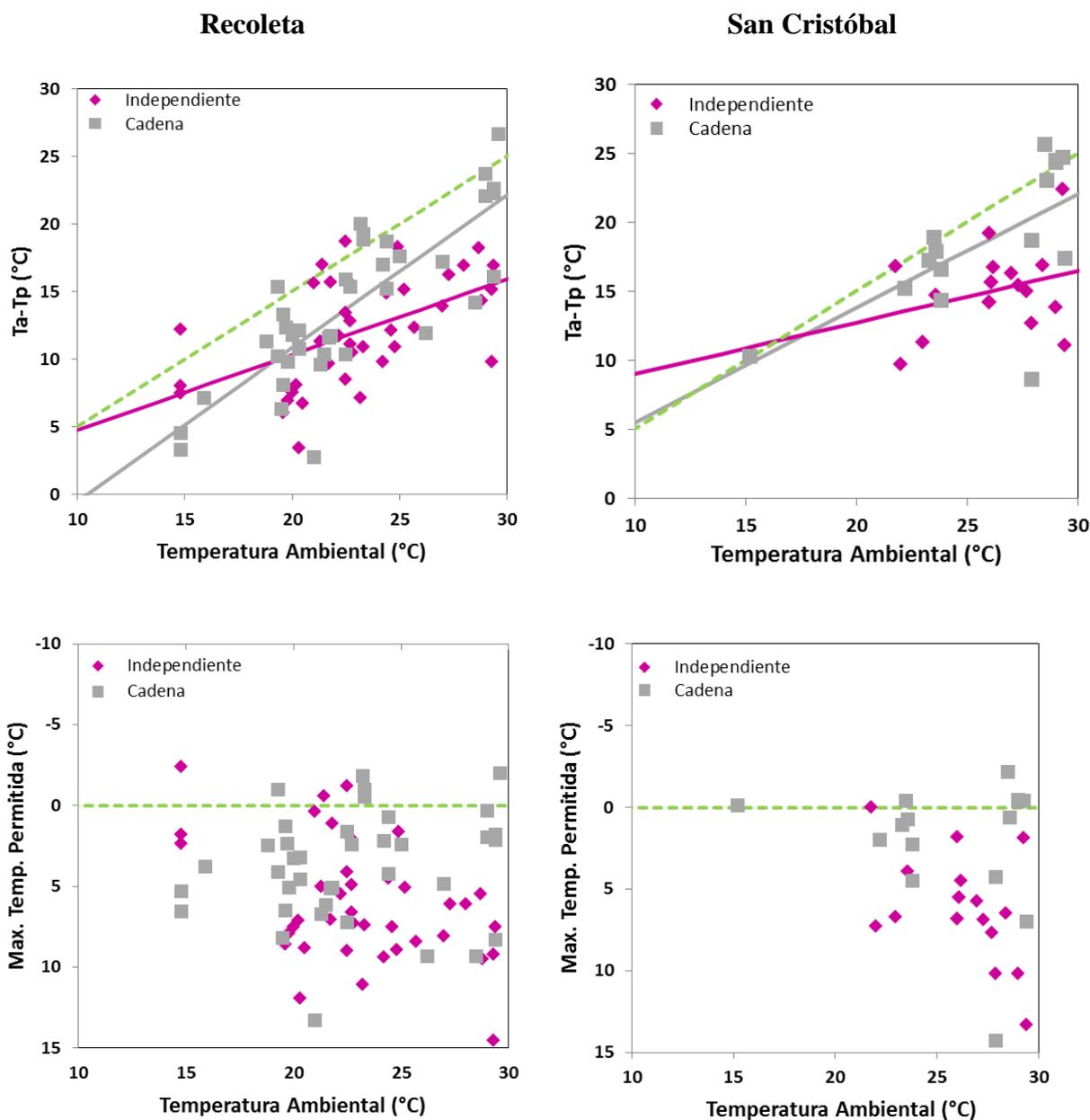
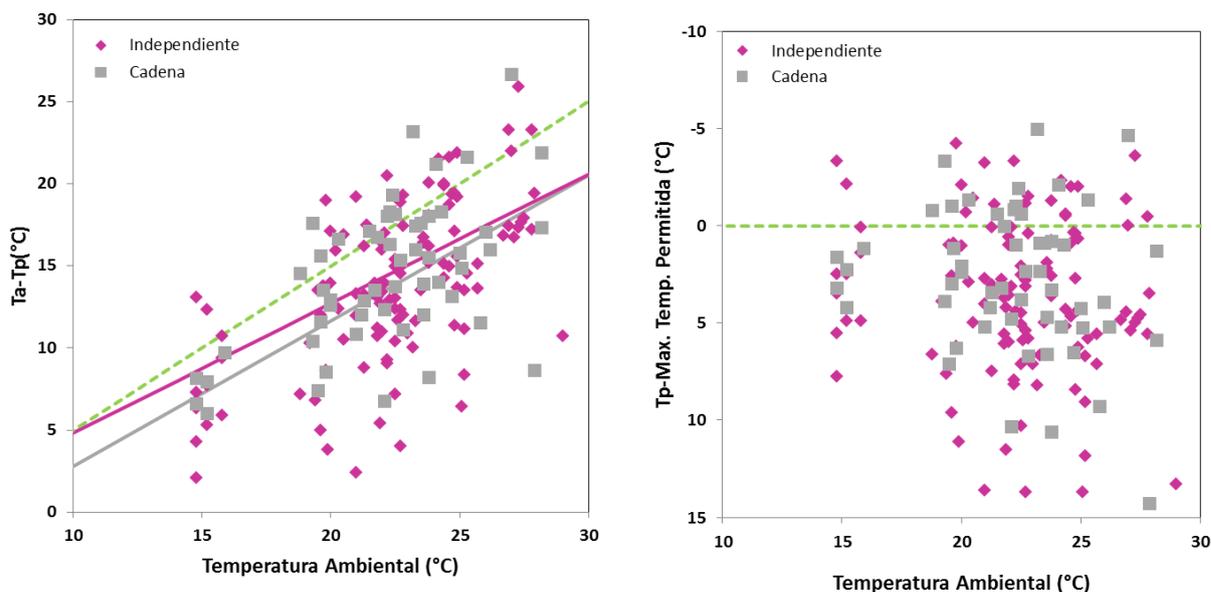


Figura 20. Relación entre temperatura del jamón en rodajas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)

Independientemente del tipo de negocio o del barrio analizado, las mediciones de temperatura para el jamón superan el valor sugerido (5 °C). Cuando se compararon los resultados para los dos barrios, para Recoleta los valores de las pendientes fueron 1,1 y 0,56 (cadena vs. independiente) y para San Cristóbal fueron 0,83 (cadena) vs. 0,37 (independiente). Este análisis permitió establecer que el efecto de la temperatura ambiental en las mediciones es más pronunciado para los negocios independientes.

### SALCHICHAS



**Figura 21. Relación entre temperatura de salchichas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)**

Para el segundo producto cárnico, salchichas, tampoco puede observarse una diferenciación importante entre los valores relevados en comercios independientes y asociados a una cadena. Sin embargo, en base a los valores de la pendiente de las regresiones lineales para ambos, es posible realizar una diferenciación (0,89 vs. 0,79 para cadena vs. independiente).

Cuando se comparan los resultados en función del barrio, se observan tendencias muy marcadas (mejor performance de los supermercados de ambos tipos en el barrio con mayor poder adquisitivo: Recoleta). Las pendientes de la regresión lineal corroboran esos resultados. Para Recoleta los valores de las pendientes fueron 1,1 y 1,0 (cadena vs. independiente) y para San Cristóbal fueron 0,76 (cadena) vs. 0,59 (independiente).

SALCHICHAS

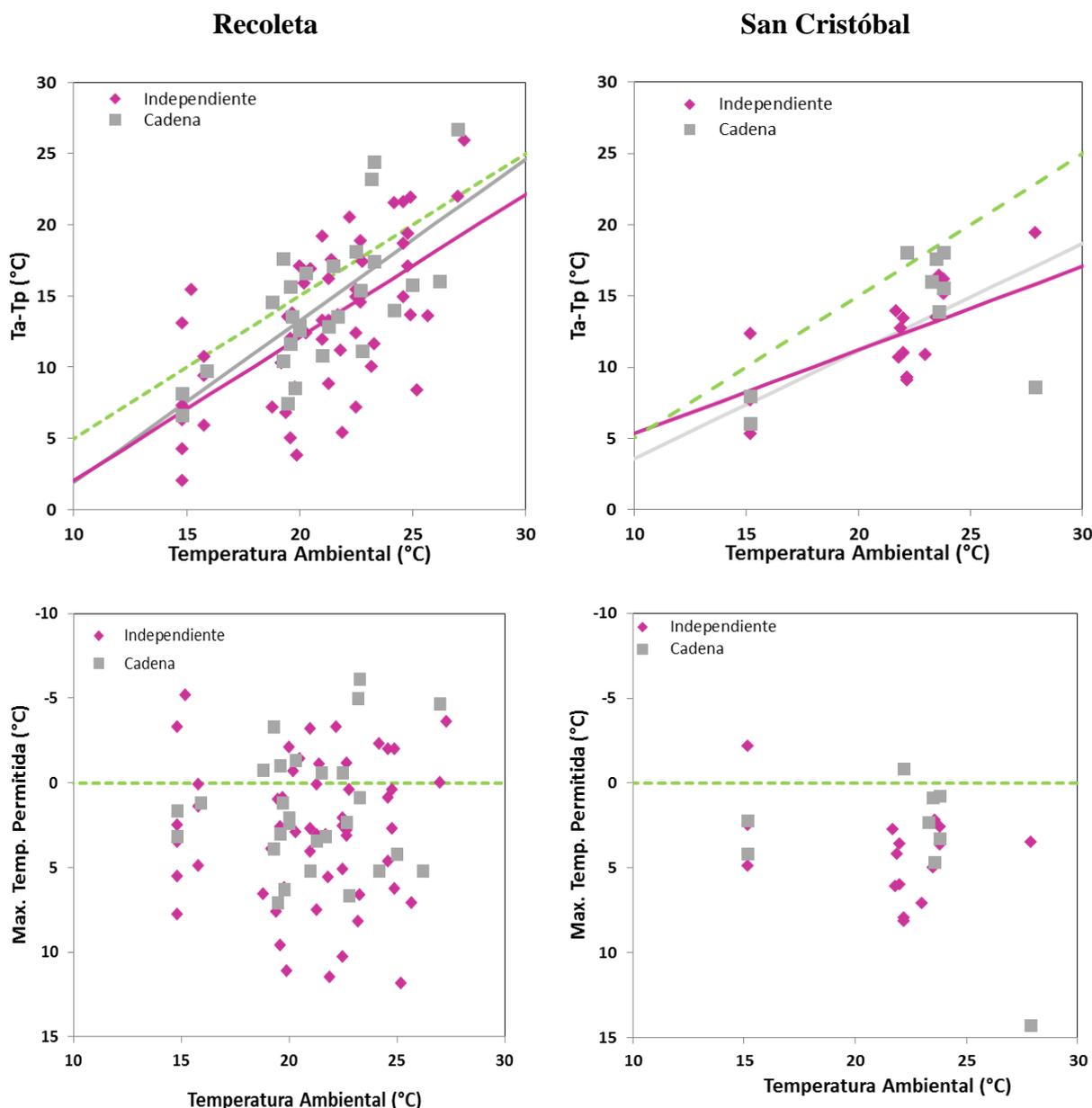


Figura 22. Relación entre temperatura de salchichas en góndola y la temperatura ambiental según el tipo de comercio y el barrio (Valores adecuados = Valores por encima de la línea verde punteada)

Considerando primero la situación en los comercios pertenecientes a cadenas de supermercados, se puede observar que la temperatura de los productos en góndola presenta una relación o bien independiente o en todo caso inversamente proporcional a la temperatura ambiental. Este hecho se puede explicar a través del hecho de que estos locales se encuentran climatizados, por lo que no influye la temperatura exterior en la del interior del comercio, y por otro lado puede estimarse que el control de las unidades de refrigeración es mayor o al

menos más frecuente que en otro tipo de supermercados.

Si ahora se pone el foco en los resultados obtenidos para los comercios de tipo independiente, se observa que, con excepción de las salchichas, la temperatura ambiental influye de forma directamente proporcional sobre la temperatura de estos productos refrigerados en las heladeras comerciales. De modo opuesto a lo que ocurre en los supermercados de grandes cadenas, generalmente los negocios independientes son locales sin climatización y el control y mantenimiento de las heladeras depende, en muchos de los casos, del dueño del negocio.

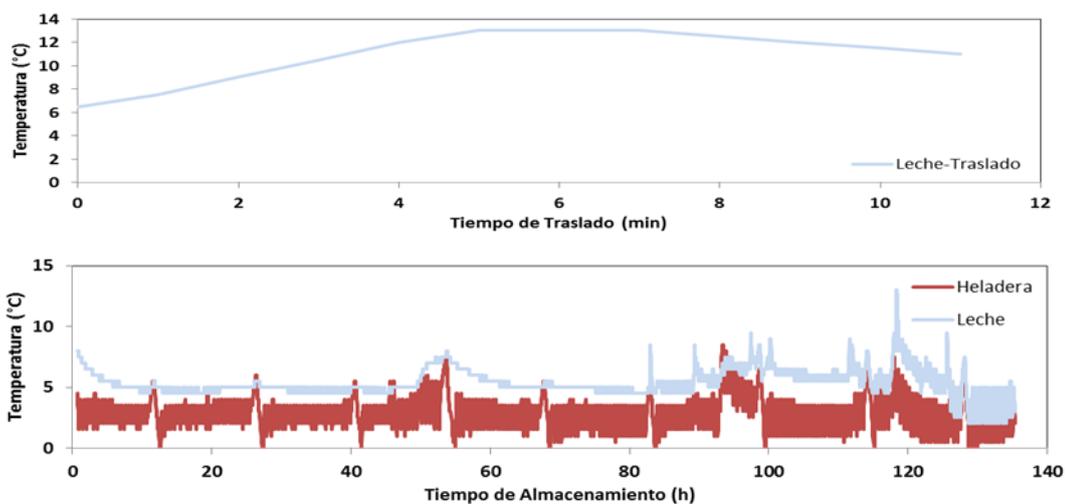
Adicionalmente, en principio, es posible inferir que estos efectos son más marcados en barrios que exhiben condiciones socioeconómicas más desfavorables.

### ***Condiciones en Hogares***

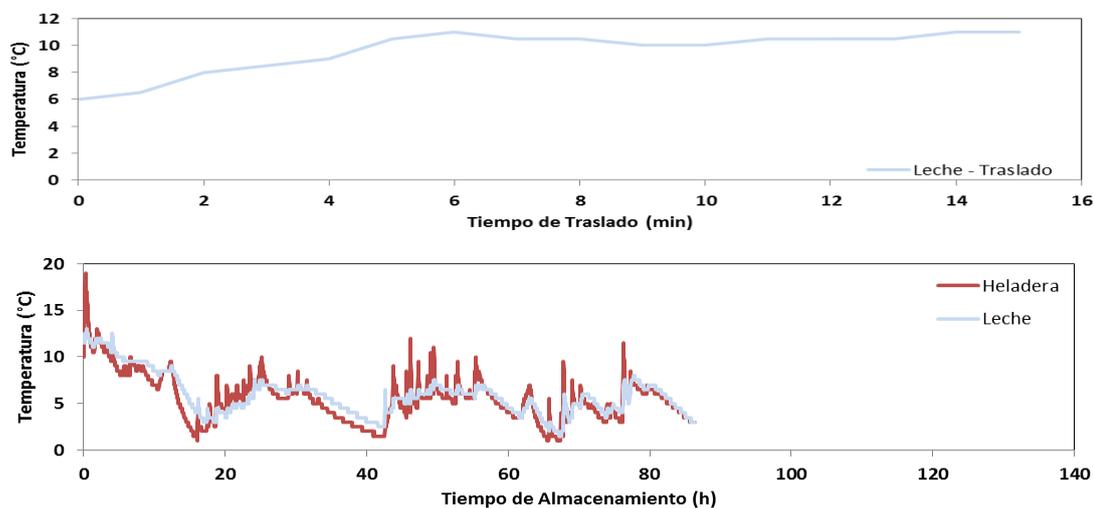
Los datos de temperaturas recolectados mediante los data loggers adosados al producto comprado por el consumidor y a los que se ubicaron en las heladeras domésticas correspondientes se analizaron mediante gráficos de frecuencia las temperaturas registradas durante los dos momentos en estudio: período de traslado desde la góndola hasta la heladera doméstica y el período de almacenamiento en esta última.

Ejemplos de perfiles de temperatura de tres consumidores durante ambos períodos se exhiben en la Figura 23. La colocación de data loggers en el producto y la heladera permiten observar si existió alguna discrepancia entre las temperaturas de ambos, lo cual puede evidenciar manejo inadecuado del producto por parte del consumidor.

### Muestra #4



### Muestra #12



### Muestra #16

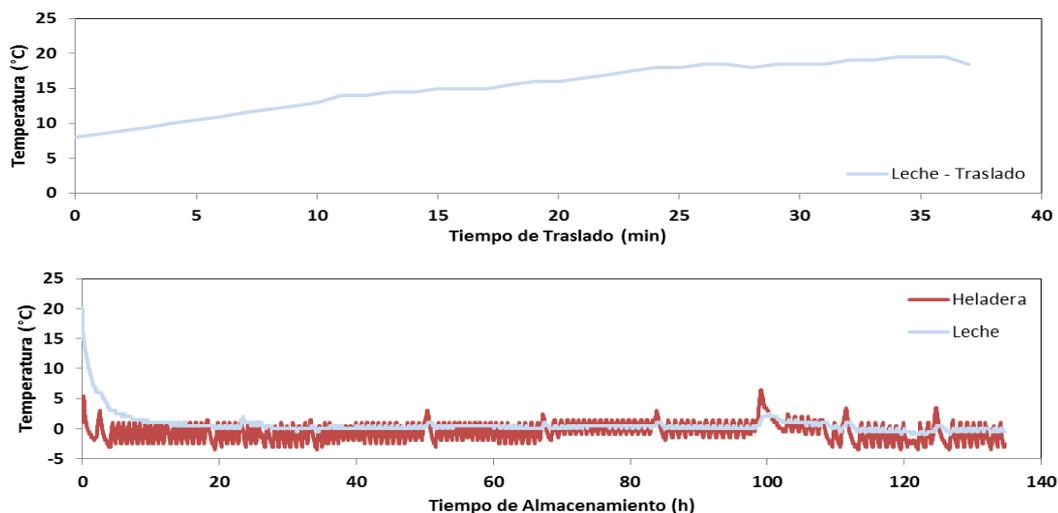
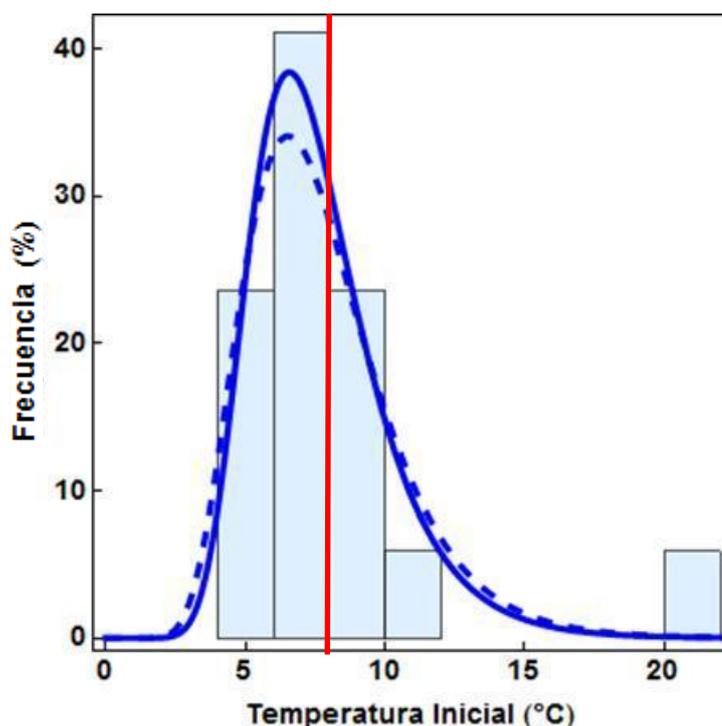


Figura 23. Ejemplos de tres perfiles tiempo–temperatura para la leche durante su traslado (arriba) y almacenamiento (leche y heladera - abajo)

En primer lugar se consideraron las temperaturas medidas al momento de la selección de la leche en la góndola de los comercios por parte del consumidor. En la Figura 24 se puede observar que en el 65% de las compras, los productos se encontraban a temperaturas menores a las recomendadas, es decir, entre 2 y 7,99°C. Sin embargo, del restante 35% que se encontró a temperaturas superiores a las establecidas, en uno de los casos fue superior a los 20°C.



**Figura 24. Histograma de la temperatura inicial del producto en góndola caracterizado por dos distribuciones**

La distribución de la temperatura inicial requirió del uso de funciones asimétricas (Log Normal y Valor Extremo) para su adecuada caracterización. Los parámetros de dichas distribuciones fueron: LN (1,99, 0,34) y EV (6,56, 1,9).

Si se analiza ahora la temperatura inicial de la leche en función de la temperatura ambiental al momento de la compra y del tipo de comercio en el que fue adquirida, se puede observar, tal como lo muestra la Figura 25, que en los supermercados pertenecientes a cadenas, la temperatura ambiental no parece tener un efecto considerable en la temperatura del producto refrigerado en las góndolas. Por el contrario, para los comercios independientes, la relación entre ambas parece tener dependencia. Esta observación está en línea con lo discutido en la sección anterior.

La explicación de la independencia entre temperatura ambiental y temperatura de

productos refrigerados en góndolas podría relacionarse con el hecho de que estos comercios cuentan con ambientes climatizados y posiblemente un control mayor sobre el estado y funcionamiento de las heladeras.

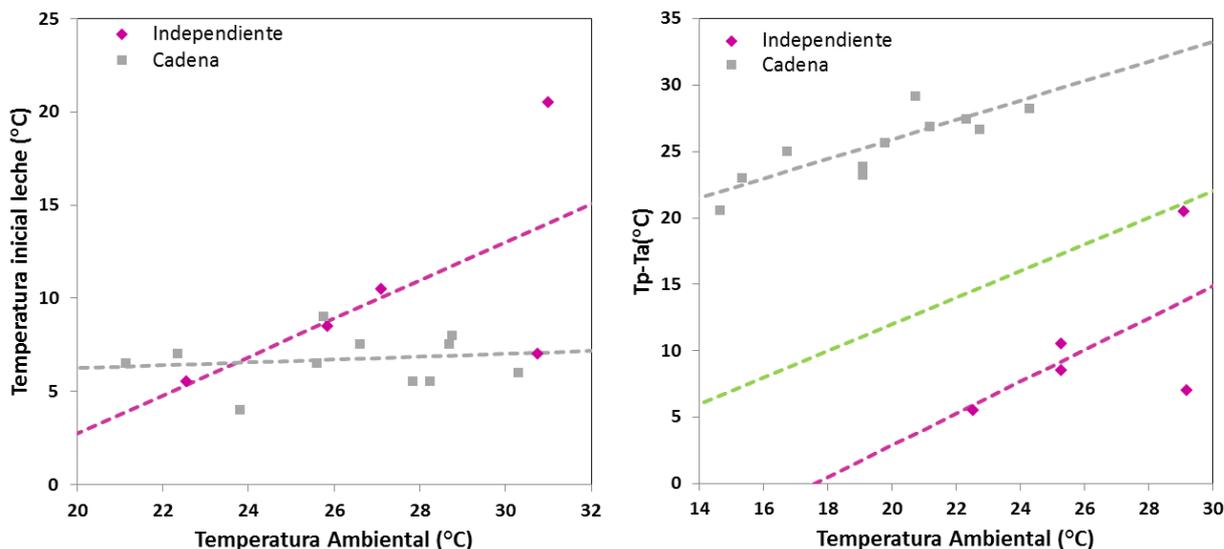


Figura 25. Relacion de la temperatura inicial de la leche y la temperatura ambiental clasificada por tipo de comercio.

Posteriormente, se analizó la temperatura máxima alcanzada por la leche durante el período de traslado y se grafica la frecuencia de las mismas y las distribuciones utilizadas para caracterizarla en la Figura 26.

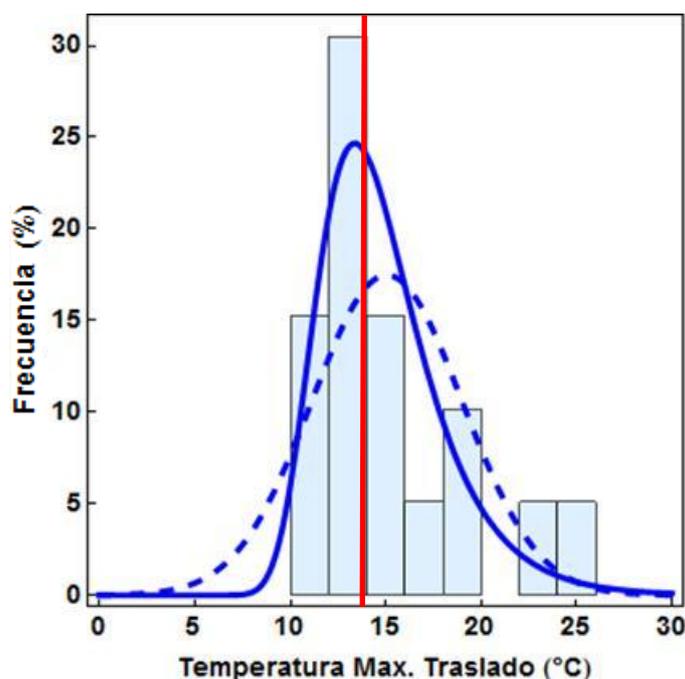


Figura 26. Histograma de la temperatura máxima del producto durante su traslado caracterizado por dos distribuciones

Puede verse que la mayoría de los casos (59 %) no superó los 14°C (marcada en rojo en la figura) pero como punto a destacar está el hecho de que en ningún caso fue inferior a los 8°C. Es decir, en el 100% de las mediciones la leche alcanzó temperaturas mayores a las correspondientes a las de un producto lácteo no fermentado refrigerado. Por consiguiente, se puede afirmar que en todos los casos se vio momentáneamente interrumpida la cadena de frío. Dos distribuciones (Normal y Valor Extremo) proveyeron una adecuada caracterización de los datos, los parámetros de las mismas fueron: N (15,1, 3,9) y EV (13,5, 3,1), respectivamente.

Si se compara este histograma con el reportado por Balza y Trevisan (2010), se puede ver en ese trabajo en el 55% de los casos la temperatura máxima alcanzada por el producto no superó los 11°C, la cual corresponde a la temperatura máxima menor registrada durante las mediciones del presente trabajo. Además, la mayor temperatura máxima reportada en ese momento fue de 15°C, mientras que como se observa en el presente histograma, para estas mediciones la misma fue de 26°C.

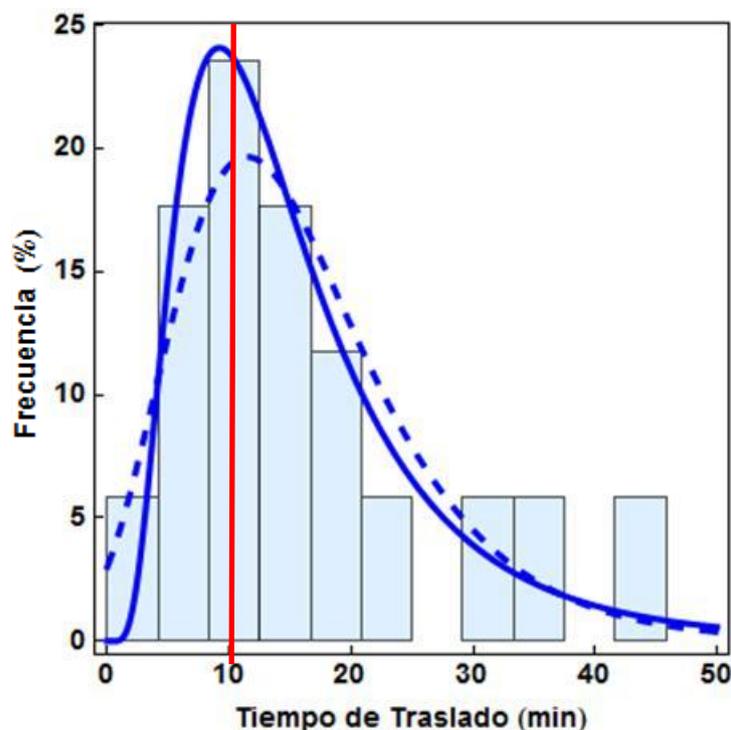
Esta marcada diferencia en la distribución de los datos se debe fundamentalmente al período del año durante el cual se llevó a cabo la recolección de datos. Para el caso de Balza y Trevisan (2010), la misma tuvo lugar durante la época invernal (temperatura media abril-agosto 2010 de 13,6°C para la estación Buenos Aires del Servicio Meteorológico Nacional), mientras que la del presente trabajo transcurrió durante la época estival (temperatura media enero-abril 2012 de 22,2°C con máximas promedio de 27,9°C según el Servicio Meteorológico Nacional para la estación Buenos Aires). Por lo tanto, y como es de esperarse, durante el período de traslado, la temperatura ambiental tiene una marcada influencia en la temperatura del producto.

La temperatura máxima alcanzada adquirida por la leche durante este período puede explicarse mediante tres factores de influencia directa: la temperatura inicial en góndola, el tiempo de traslado y la temperatura ambiental durante esta etapa.

La temperatura inicial de la leche se analizó anteriormente. A continuación, en la Figura 27 se puede observar la distribución del tiempo requerido durante el traslado del producto desde el comercio al hogar. El 35% de las oportunidades no superó los 10 minutos, sin embargo el 18% de las mismas se extendió por períodos mayores a los 30 minutos. Dos funciones asimétricas (Log Normal y Valor Extremo) fueron utilizadas para describir la distribución de frecuencias del tiempo de traslado. Sus parámetros fueron LN (2,6, 0,62) y EV (11,4, 7,8).

Es importante recordar que durante todo este tiempo la leche dejó de encontrarse bajo

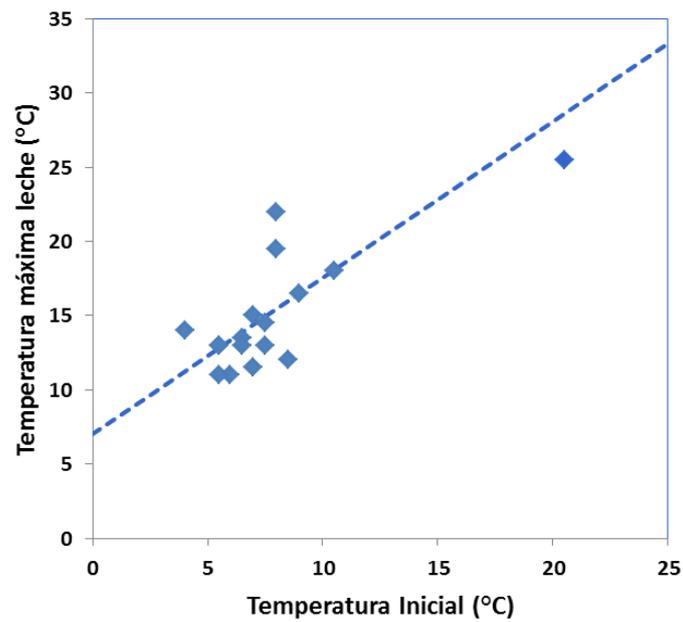
condiciones de refrigeración y, tal como se observó en la Figura 26, aunque el tiempo haya sido inferior a 10 minutos, fue suficiente para que la temperatura de la leche superara los 8°C.



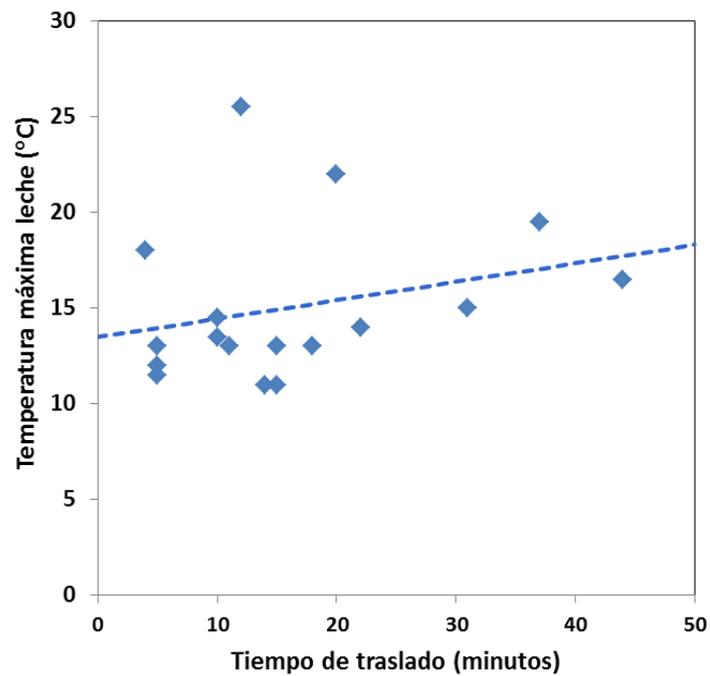
**Figura 27. Histograma del tiempo de traslado caracterizado por dos distribuciones asimétricas (LogNormal y Valor Extremo).**

A continuación se analiza la relación entre la temperatura máxima alcanzada durante la fase de traslado y los tres factores mencionados anteriormente.

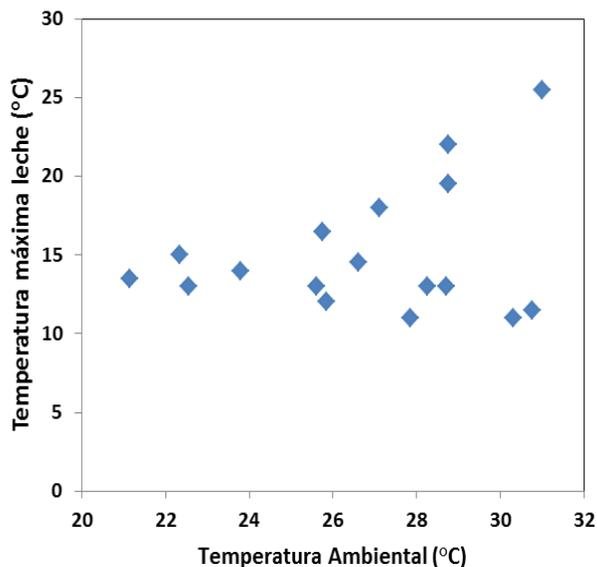
A partir de lo expuesto en las Figuras 28-30 se puede observar que para los casos en estudio, la relación más marcada entre la temperatura máxima y los factores enunciados, se da con la temperatura inicial del producto en góndola. Para el caso del tiempo de traslado y la temperatura ambiente la relación no se hace tan evidente con cada parámetro de forma individual, pero puede inferirse que la combinación de dos factores desfavorables (alta temperatura ambiental y tiempo extenso de traslado) tiene una influencia negativa sobre la temperatura máxima a la que llega el producto de interés.



**Figura 28. Relación entre temperatura máxima de la leche durante el período de traslado y la temperatura inicial del producto en góndola**



**Figura 29. Relación entre temperatura máxima de la leche durante su traslado y el tiempo de traslado**

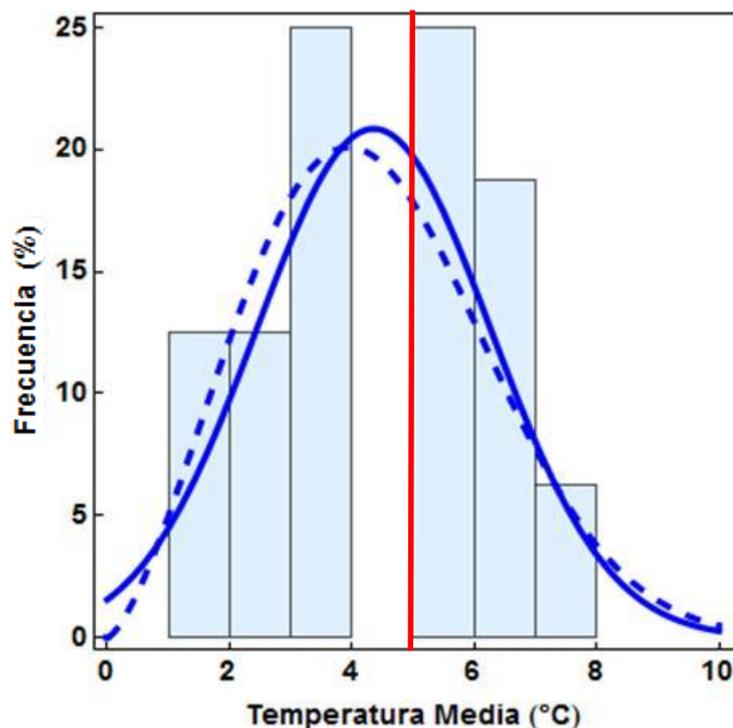


**Figura 30. Relación entre la temperatura máxima de la leche durante su traslado y la temperatura ambiental**

Pasando ahora a la segunda etapa considerada, el período de almacenamiento en la heladera doméstica, en la Figura 31 se muestra la distribución de la temperatura media de las mismas. Dicha distribución fue caracterizada con 2 funciones de densidad; Normal (4,4, 1,9) y Weibull (2,43, 4,91).

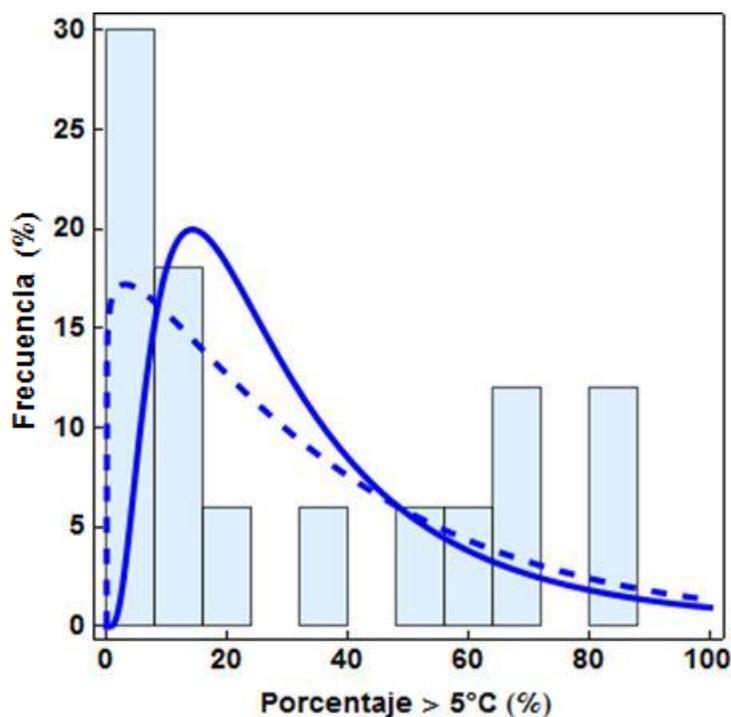
En el 35% de los casos la temperatura media fue inferior a los 3°C, alcanzando en una heladera mediciones inferiores a los 0°C. Estas temperaturas, si bien disminuyen las probabilidades de crecimiento microbiano, actúan en detrimento de la calidad de los productos refrigerados ya que puede producirse el congelamiento de los mismos. Un 24% de las heladeras exhibieron valores entre 3 y 5°C. De manera que el 59% de las heladeras estaban en condiciones adecuadas.

Si bien 41% de las heladeras registraron temperaturas promedio superiores a las recomendadas (5°C), sólo el 6% de las heladeras consideradas exhibieron temperaturas promedio entre 7 y 9°C.



**Figura 31. Histograma de la temperatura media observada en las heladeras domesticas caracterizado por dos distribuciones**

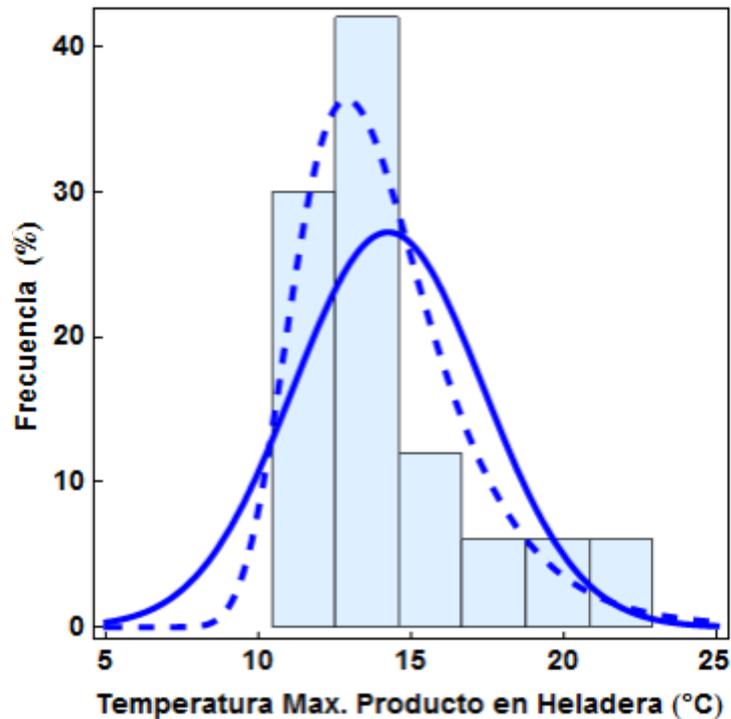
A pesar de que el análisis de las temperaturas medias de las heladeras domésticas no presenta grandes problemáticas, al ver la distribución del porcentaje del tiempo en que las mismas exhibieron temperaturas mayores a 5°C, la cual se grafica en la Figura 32, más del 35% de ellas estuvieron más del 50% del tiempo que duró la medición a temperaturas por encima de los 5°C. Si bien es necesario obtener mediciones adicionales, en principio la distribución puede ser caracterizada con dos funciones de densidad asimétricas; Log Normal (3,3, 0,8) y Weibull (1,1, 37,3). Al analizar en detalle el perfil de cada una de las ellas, se puede inferir que en los casos en que el porcentaje del tiempo a más de 5°C superó el 50% se debió al funcionamiento de la heladera en sí, ya que se observan ciclos de igual frecuencia durante toda la fase de almacenamiento atribuibles al ciclo frigorífico de la unidad. Además, de forma general se desprende que existieron momentos en los que la temperatura aumentó por fuera del ciclo normal, y que se pueden atribuir a períodos de apertura frecuente de la puerta.



**Figura 32. Distribución del porcentaje del tiempo en que las heladeras domésticas registraron temperaturas superiores a 5°C.**

En relación a la temperatura de la leche durante su almacenamiento en las heladeras domésticas, la Figura 33 muestra la distribución de la temperatura máxima alcanzada durante esa etapa. Cabe mencionar que, excepto en uno de los casos, los picos máximos se registraron al inicio del almacenamiento, durante la fase de enfriamiento de la leche desde su temperatura alcanzada durante el traslado hasta alcanzar la temperatura promedio operativa de cada heladera. Esta distribución puede ser caracterizada con dos funciones de densidad; Normal (14,23, 3,1) y Valor Extremo (12,9, 2,2).

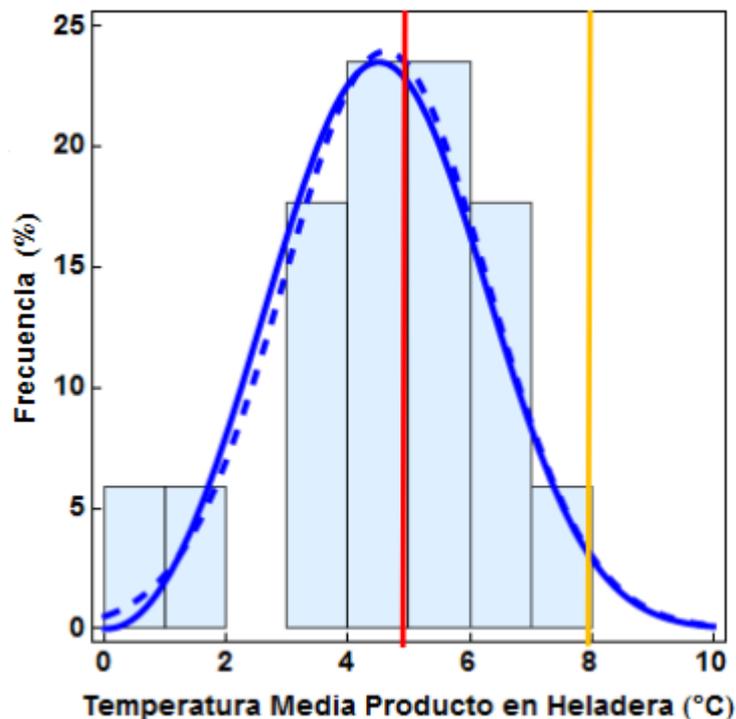
Contrastando este histograma con el presentado por Balza y Trevisan (2010), al igual que como se observó con la temperatura máxima durante el traslado, el obtenido durante la época invernal muestra que en 30% de los casos la temperatura máxima fue menor a 10°C. Ésta fue la temperatura máxima inferior registrada para las mediciones del período estival. Durante el período invernal 30% alcanzó temperaturas entre 12°C y 14°C, mientras que para el período estival un 40% estuvo en este rango (Figura 33).



**Figura 33. Distribución de la temperatura máxima del producto durante su almacenamiento en heladeras domésticas**

Además de la temperatura máxima, se consideró la temperatura promedio de la leche durante su almacenamiento en las heladeras domésticas. La distribución y las funciones utilizadas para describirla [Normal (4,61, 1,72) y Weibull (3,08, 5,11)] de la misma se encuentra graficada en la Figura 34.

Teniendo en cuenta que la temperatura recomendada para la conservación de la leche pasteurizada es de 2-8°C, se podría decir que, en promedio, las temperaturas fuera de ese rango sólo se presentaron por debajo del límite inferior, lo cual no representaría un riesgo microbiológico pero sí de calidad. Sin embargo, se puede observar que en el 50% de los casos la temperatura media estuvo entre los 5°C y los 8°C. Dado que este valor es un promedio de todas las temperaturas registradas, se desprende que durante un determinado tiempo la leche se encontró a temperaturas superiores a éstas, por lo que en realidad se vio interrumpida su cadena de frío y en consecuencia podría darse un incremento en la probabilidad del crecimiento de microorganismos psicrótrofos.



**Figura 34. Distribución de la temperatura media del producto durante el almacenamiento en heladeras domésticas**

Por lo mencionado anteriormente, se analizó la distribución del porcentaje del tiempo de almacenamiento durante el cual la leche se encontró a más de 5°C. La misma se plasma en la Figura 35. Debido a la distribución de los datos fue imposible encontrar funciones de densidad adecuadas para describir dicho grupo de datos.

En el 47% de las mediciones realizadas la leche estuvo menos del 20% del tiempo de almacenamiento a temperaturas mayores a 5°C. Si se compara con el histograma presentado por Balza y Trevisan (2010), la distribución obtenida en el presente estudio muestra un panorama más adecuado ya que en ese trabajo aproximadamente el 60% de los productos registró temperaturas mayores a 5°C entre el 80% y el 100% del tiempo de residencia en las heladeras domésticas.

En consecuencia, puede inferirse que la temperatura ambiental durante esta etapa del consumo del producto refrigerado no influye sobre la temperatura del mismo, corroborando así que el manejo de la heladera por parte del consumidor es el factor de mayor impacto en esta etapa, tal como se fue presentado por Balza y Trevisan (2010).

Cabe destacar que el comportamiento más cercano a la temperatura óptima sugerida (5°C) observado en el corriente estudio puede haberse visto influenciado por la selección de los participantes. Seis participantes en este estudio fueron parte del estudio realizado por

Balza y Trevisan (2010), lo cual puede haber influenciado su conocimiento acerca de las temperaturas requeridas para la adecuada preservación de alimentos refrigerados.

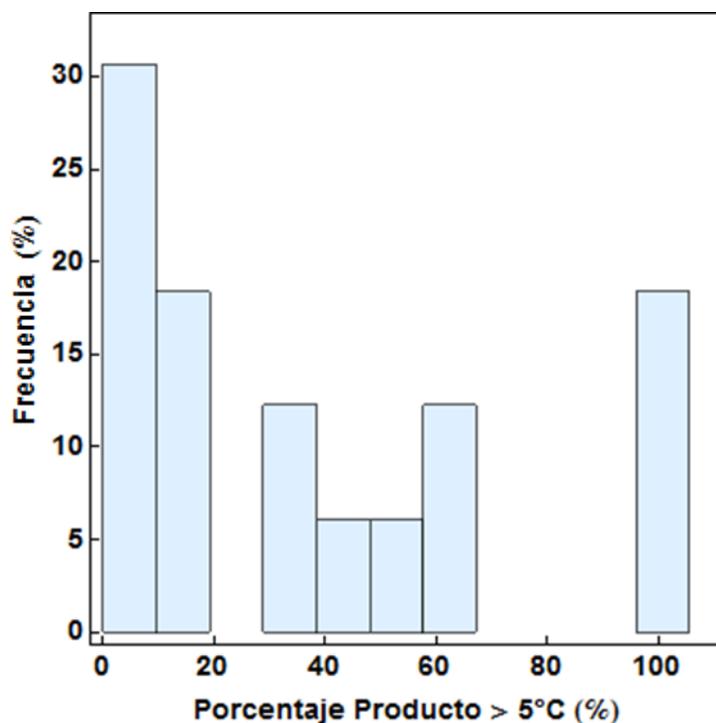


Figura 35. Distribución del porcentaje del tiempo de en que el producto registró temperaturas superiores a 5°C.

### *Efectos de las condiciones observadas en la inocuidad de alimentos*

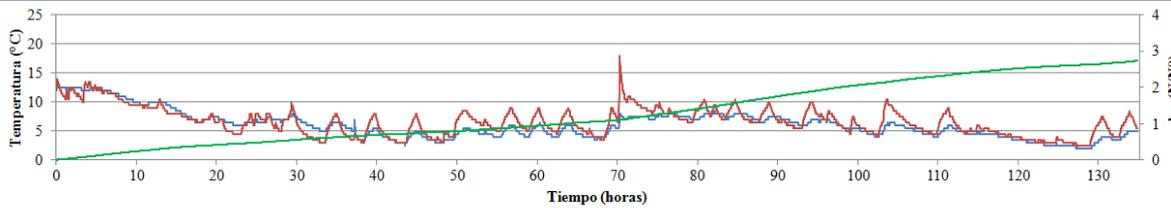
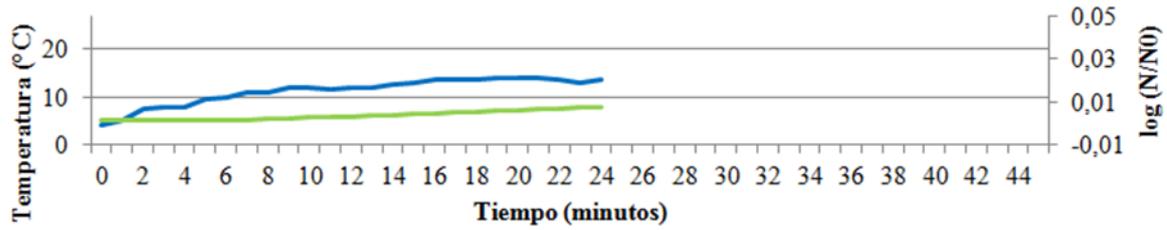
Los perfiles de temperatura obtenidos a partir de cada consumidor fueron incorporados en un programa para estimar el crecimiento de microorganismos bajo condiciones no-isotérmicas. El 20 % de los perfiles registrados resultaron en un incremento de *L. monocytogenes* de al menos 2 ciclos logarítmicos al cabo de 5 o menos días.

En el caso de *Y. enterocolitica* se obtuvo un crecimiento aun mayor al cabo del período observado y la proporción de registros que generaron valores superiores a los 2 ciclos logarítmicos también fue mayor que la de observada para *L. monocytogenes* (Detalles adicionales en la siguiente sección).

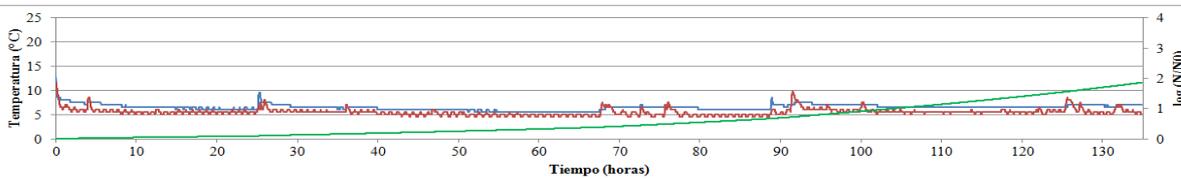
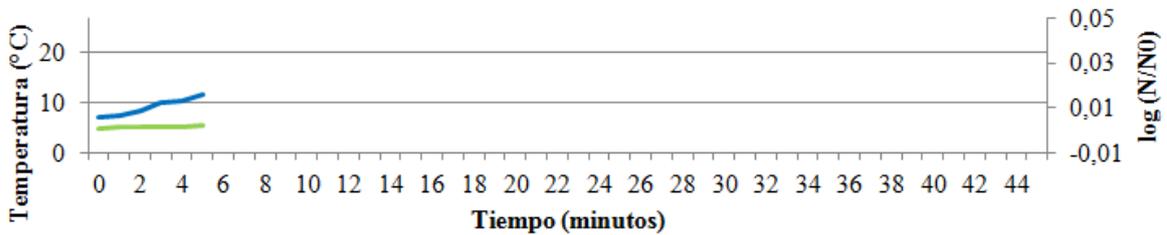
- *Listeria monocytogenes*

A continuación se exhiben ejemplos de los perfiles de temperatura y crecimiento de *L. monocytogenes* para tres consumidores durante la fase de traslado y durante la fase de almacenamiento (Figura 36).

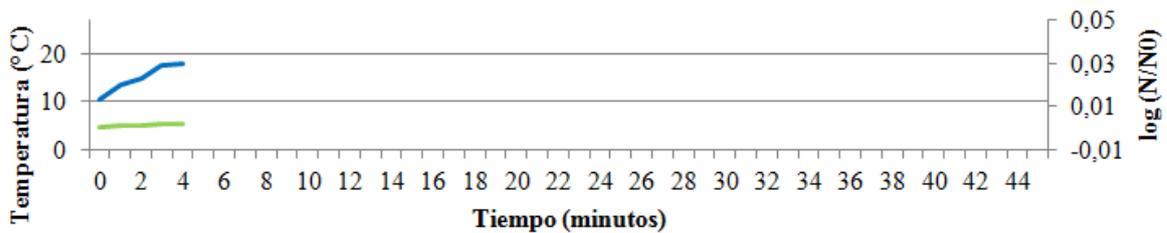
**Muestra #2**



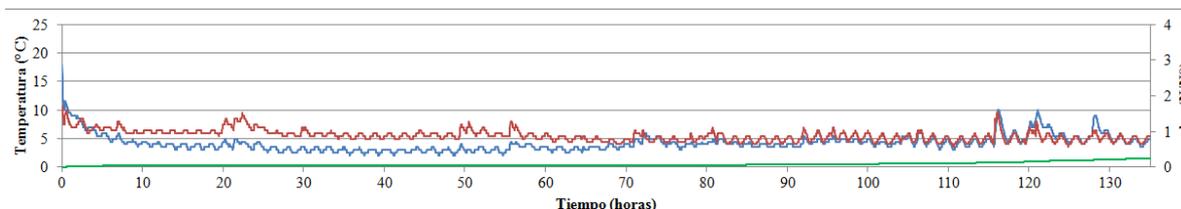
**Muestra #3**



**Muestra #11**



— Temperatura Leche — Crecimiento *L. monocytogenes*



— Temperatura Leche — Temperatura Heladera — Crecimiento *L. monocytogenes*

**Figura 36. Ejemplos de perfiles tiempo-temperatura para la leche durante su traslado (arriba) y almacenamiento (leche y heladera - abajo) y crecimiento estimado de *L. monocytogenes* durante traslado (arriba) y almacenamiento (abajo)**

A continuación se describen características salientes observadas dentro del grupo de consumidores relevados.

Tres productos fueron los que presentaron un perfil de tiempo y temperatura compatible con los crecimientos más elevados de *L. monocytogenes*, 3, 2,7 y 1,9 ciclos logarítmicos respectivamente (muestras 1, 2 y 3). Teniendo en cuenta las posibles situaciones desfavorables que pueden explicar este resultado, se analizará la influencia de cada una de ellas:

- Tiempo de traslado extenso: podría haber impactado para la muestra 1 y 2 ya que fue de 20 y 22 minutos respectivamente. Sin embargo, el consumidor N°3 demoró sólo 5 minutos desde el comercio hasta su hogar pero el crecimiento final estimado también fue el menor de los tres casos.

- Temperatura ambiental elevada: las mediciones de temperatura ambiental durante el traslado fueron de 28,8°C, 23,8°C y 30,8°C respectivamente. Si bien el producto del consumidor N°3 fue el que estuvo expuesto a una temperatura mayor, lo hizo durante el menor tiempo, por lo que la temperatura del mismo al final del traslado fue de 11,5°C. En cambio, el consumidor N°1 expuso el producto a una temperatura elevada, característica del período estival durante 20 minutos, haciendo que alcance 15°C al llevar al hogar. Por último, la leche del consumidor N°2 fue trasladada con la temperatura ambiental más baja de los tres casos, y si bien el tiempo fue similar al del consumidor N°2, la temperatura al final de esta etapa fue de 13,5°C.

De los tres casos, las condiciones más desfavorables para el traslado las presentó el consumidor N°1 cuya leche exhibió el perfil compatible con el mayor crecimiento del microorganismo.

- Temperatura inicial elevada: en los tres casos la leche se encontraba dentro del rango especificado: 8°C, 4°C y 7°C respectivamente. Cabe mencionar que la leche que se encontraba a 8°C (límite superior) fue la que presentó el perfil de mayor crecimiento.

- Temperatura media de la heladera doméstica elevada: La misma fue de 7,5°C, 6,7°C y 5,5°C respectivamente, siendo las dos primeras las más altas de las 17. Además, en los tres casos la etapa de almacenamiento se extendió al menos 135 horas, tiempo durante el cual se llevó a cabo el registro periódico de los datos. De todos modos, la temperatura de la heladera impacta principalmente sobre la temperatura del producto, por lo que el análisis de ese parámetro debería resultar más indicativo.

- Temperatura media del producto durante el almacenamiento elevada: Ésta fue de

7,2°C, 6,1°C y 6,5°C respectivamente, y son las tres más altas de la serie. Al observar la relación entre este valor y el crecimiento en cada uno de los casos estudiados se desprende que de todos los parámetros, la temperatura media del producto es la que influye en mayor medida.

Los perfiles de los consumidores N°15, N°14 y N°7 fueron seleccionados para su análisis debido a que presentaron parámetros desfavorables durante la fase de traslado, no obstante, el crecimiento final estimado no superó un ciclo logarítmico.

Al igual que para los casos de mayor crecimiento se analizará el impacto de cada uno de los factores considerados:

- Tiempo de traslado: El mismo fue de 37, 44 y 12 minutos respectivamente. Los dos primeros son los mayores registrados de las 17 mediciones. Si bien podría inferirse que un período de transporte extenso impactaría negativamente sobre el crecimiento final, para estos casos no fue así.

- Temperatura ambiental: De la mano con el tiempo va la temperatura ambiental a la que se expuso al producto durante esta etapa. Ésta fue de 28,8°C, 25,75°C y 31°C respectivamente. Si bien, para el consumidor N°7 se registró la mayor temperatura ambiental, el tiempo de traslado, como se mencionó anteriormente, fue breve. En cambio, para los otros dos se dieron las condiciones más desfavorables para el traslado de un producto refrigerado. Nuevamente, a juzgar por el resultado del crecimiento estimado final, estos factores no parecen tener una influencia directa sobre el desarrollo microbiano como sería esperable.

- Temperatura inicial: La misma fue de 8°C, 9°C y 20,5°C, respectivamente, siendo esta última la más alta registrada. Una vez más, a pesar de haber estado en el comercio a temperaturas mayores a las que deberían, estos productos no presentaron un perfil compatible con los mayores crecimientos estimados de *L. monocytogenes*.

- Temperatura media de la heladera doméstica: En estos tres casos fue de -0,5°C, 2,9°C y 3,9°C, respectivamente. La del consumidor N°15 fue la que exhibió la menor de las 17. Al igual que para los perfiles compatibles con los mayores crecimientos, se puede ver que es probablemente este parámetro el que tenga mayor influencia sobre el resultado final de la estimación. De todos modos, conviene observar con mayor detenimiento la temperatura media del producto.

- Temperatura media del producto durante el almacenamiento: Ésta fue de 0,6°C, 1,6°C y 3,9°C, respectivamente y se ubican entre las cuatro menores de la serie. Por consiguiente, puede inferirse que haya sido este parámetro el que, a pesar de las condiciones

adversas a las que se sometieron durante el traslado, influyó para que el crecimiento estimado al finalizar la etapa de almacenamiento estudiada fuera menor a un ciclo logarítmico.

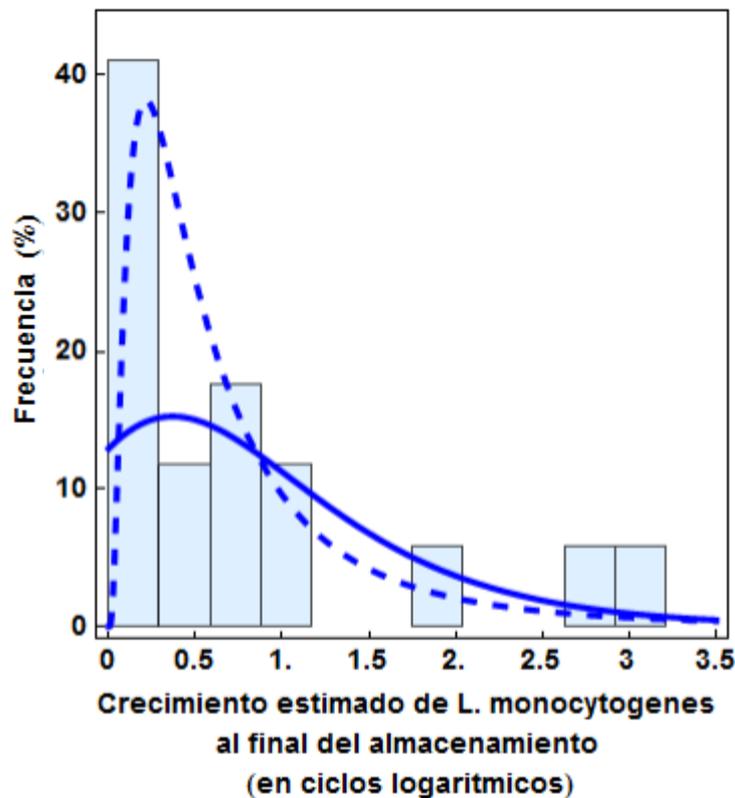
En la Tabla 11 se resumen todos los factores considerados para cada consumidor listados por orden decreciente de crecimiento final estimado y se remarcan los 3 mayores valores de cada grupo.

**Tabla 11. Resumen de condiciones de traslado y almacenamiento y estimaciones de crecimiento de *L. monocytogenes* para cada perfil relevado**

<i>Listeria monocytogenes</i>								
Consumidor	Crecimiento estimado a las 24 hs (log (N/N0))	Crecimiento estimado final (log (N/N0))	Almacenamiento			Traslado		
			Temp. Promedio Heladera (°C)	Temp. Promedio Leche (°C)	Tiempo de almacenamiento (horas)	Temp. inicial (°C)	Tiempo de traslado (min)	Temp. ambiental (°C)
1	0,21	3,01	7,5	7,2	135,1	8	20	28,75
2	0,47	2,73	6,7	6,1	135,3	4	22	23,8
3	0,09	1,86	5,5	6,5	135,3	7	5	30,8
4	0,27	1,02	5,5	5,9	84,4	6	15	30,3
5	0,09	1,00	6,1	6,2	112,5	7,5	10	26,6
6	0,08	0,70	6,5	4,7	134,7	7	31,0	22,35
7	0,14	0,70	3,9	3,9	135,3	20,5	12	31,0
8	0,02	0,67	5,0	5,4	135,5	5,5	5	22,55
9	0,13	0,47	3,3	3,4	135,2	7,5	18	28,7
10	0,02	0,46	3,0	5,4	135,4	6,5	11	25,6
11	0,05	0,24	5,6	4,2	135,4	10,5	4	27,1
12	0,02	0,07	1,0	4,5	61,8	8,5	5	25,85
13	0,02	0,07	3,5	4,4	135,2	5,5	15	28,25
14	0,05	0,05	2,9	1,6	126,9	9,0	44,0	25,75
15	0,04	0,04	-0,5	0,6	134,7	8	37,0	28,75
16	0,03	0,03	1,1	5,1	29,5	6,5	10	21,15
17	0,02	0,02	2,6	3,3	135,0	5,5	14	27,85

Por último, se evaluó la distribución del crecimiento final estimado de este microorganismo y se puede ver en la Figura 37. A modo de aclaración, no en todos los casos la leche fue consumida por todos los consumidores en el mismo tiempo, por lo que el crecimiento final estimado considerado en esta figura no corresponde a iguales tiempos de desarrollo.

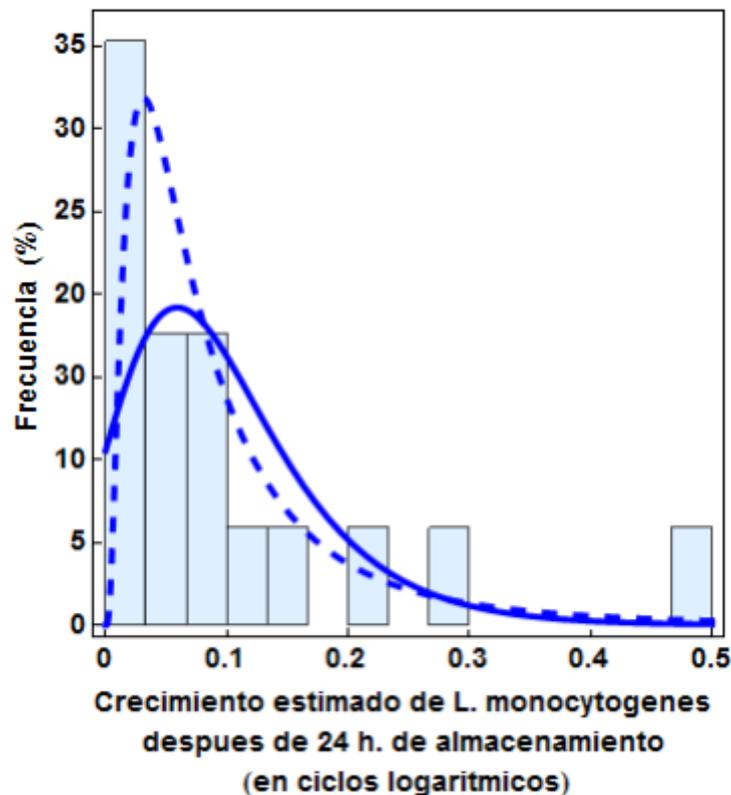
En más del 50% de los casos analizados, el crecimiento estimado no superó el medio ciclo logarítmico de crecimiento. No obstante, la otra mitad de los productos presentó perfiles de temperaturas compatibles con crecimientos de hasta 3 ciclos logarítmicos.



**Figura 37. Distribución del crecimiento estimado de *L. monocytogenes* al final de período de almacenamiento.**

La distribución presentada en la Figura 37 fue aproximada utilizando dos funciones de densidad asimétricas, Log Normal y Valor Extremo.

Con el objeto de comparar el crecimiento estimado entre todos los perfiles, se decidió considerar el mismo a iguales períodos de almacenamiento, en este caso 24 horas. Esta distribución se grafica en la Figura 38. Para un orden menor, la distribución se asemeja a la anterior y también fue caracterizada utilizando un modelo Log Normal y de Valor Extremo.



**Figura 38. Distribución del crecimiento estimado de *L. monocytogenes* después de 24 hs. de almacenamiento en heladera.**

Dado que Balza y Trevisan (2010) reportaron histogramas equivalentes a los de las Figuras 37 y 38 se procederá a su comparación. Para las mediciones realizadas durante el período estival, el 53% de las estimaciones resultaron en crecimientos menores a 0,5 ciclos logarítmicos al final del período de almacenamiento estudiado, mientras que para las realizadas durante la época invernal ese valor fue de 40%. Además, en el presente histograma de la Figura 37 se observa que sólo el 15% presentó un crecimiento estimado mayor a 1,5 ciclos logarítmicos, en cambio en el reporte con el que se está comparando ese valor fue de 35%.

La situación es similar si se compara la distribución del crecimiento estimado al cabo de 24 horas de almacenamiento. En la Figura 38 se ve que el 47% de los perfiles son compatibles con crecimientos menores a 0,05 ciclos logarítmicos, mientras que para Balza y Trevisan, ese porcentaje fue apenas superior al 30%.

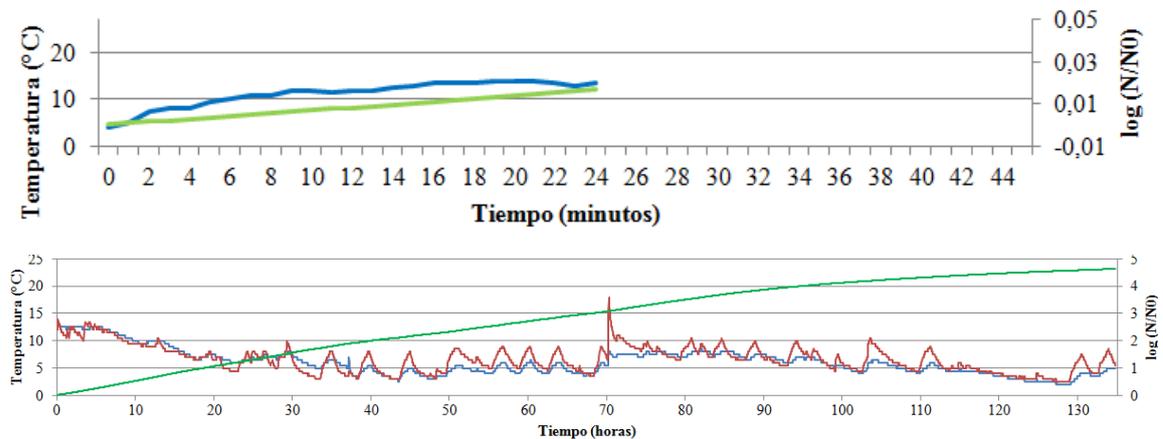
En base a las comparaciones realizadas entre los resultados de las mediciones realizadas durante períodos del año, se puede inferir que, para las mediciones consideradas, la temperatura ambiental no representa un factor de impacto directo sobre el riesgo

microbiológico de productos refrigerados durante su almacenamiento en hogares. Por el contrario, y en línea con lo analizado anteriormente, la temperatura a la cual los consumidores mantengan su heladera es el principal parámetro que influye sobre la temperatura a la cual se conserva el producto y, por consiguiente, impacta en el potencial desarrollo de microorganismos y en el riesgo microbiológico.

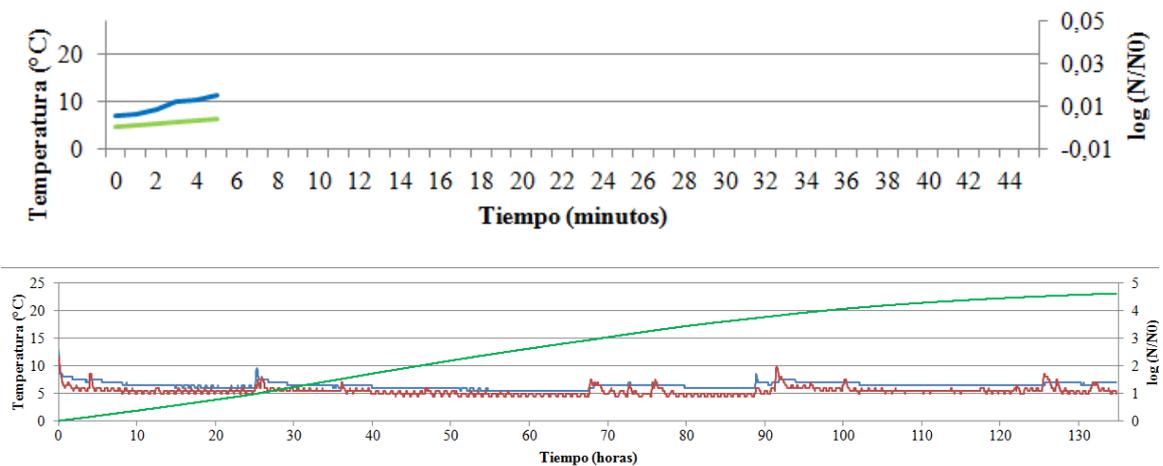
- *Yersinia enterocolitica*

Tal como se detalló para el microorganismo anterior, a continuación se presentan en la Figura 39 ejemplos de los perfiles de temperatura de la leche estudiada durante las fases de traslado y almacenamiento junto al crecimiento estimado de *Y. enterocolitica*, para cada uno de ellos.

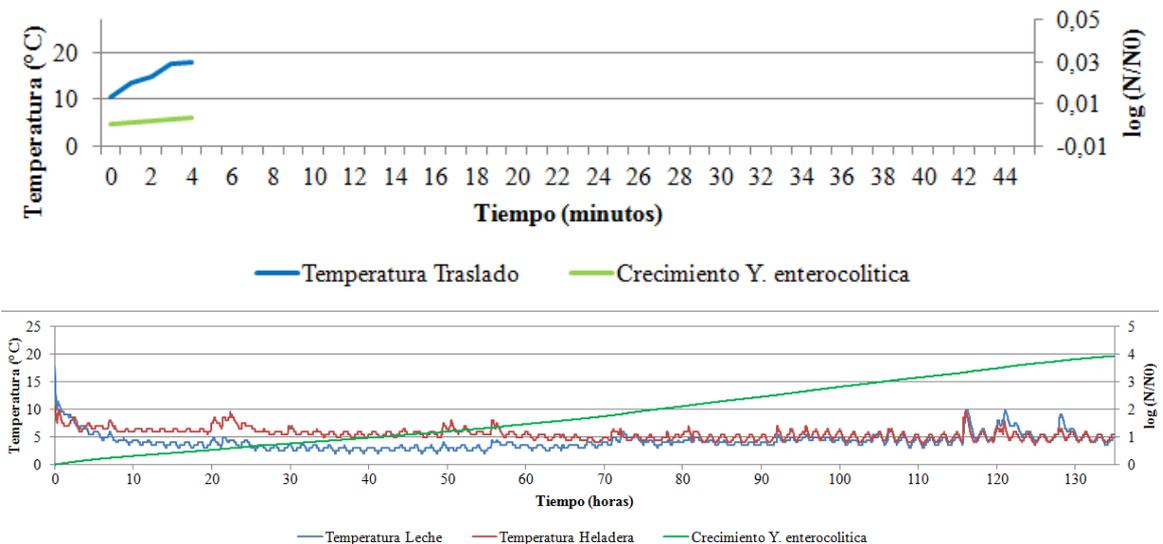
**Muestra #2**



**Muestra #3**



**Muestra #9**



**Figura 39. Ejemplos de perfiles tiempo–temperatura para la leche durante su traslado (arriba) y almacenamiento (leche y heladera - abajo) y crecimiento estimado de *Y. enterocolitica* durante traslado (arriba) y almacenamiento (abajo)**

En la Tabla 12 se presentan los datos correspondientes a *Y. enterocolitica* de igual forma que en la Tabla 11 para *L. monocytogenes*. Puede verse que, si bien el orden de los perfiles con mayor crecimiento estimado para este microorganismo no coincide exactamente con el listado para *L. monocytogenes*, los tres con mayor crecimiento sí son iguales para ambos.

Además, para el caso del crecimiento final estimado correspondiente a los perfiles de los consumidores N°16, N°15 y N°10, a pesar de que el resultado final general para *Y. enterocolitica* fue mayor al de *L. monocytogenes*, éstos dieron crecimientos finales relativos menores que para el microorganismo analizado anteriormente.

**Tabla 12. Resumen de condiciones de traslado y almacenamiento y estimaciones de crecimiento de *Y. enterocolitica***

<i>Yersinia enterocolitica</i>								
Consumidor	Crecimiento estimado 24 hs.(log (N/N0))	Crecimiento estimado final (log (N/N0))	Almacenamiento			Traslado		
			Temp. Promedio Heladera (°C)	Temp. Promedio Leche (°C)	Tiempo de almacenamiento (horas)	Temp. inicial (°C)	Tiempo de traslado (mins)	Temp. ambiental (°C)
1	1,07	<b>4,69</b>	<b>7,5</b>	<b>7,2</b>	135,1	8	20	28,75
2	1,25	<b>4,63</b>	<b>6,7</b>	<b>6,1</b>	135,3	4	22	23,8
3	0,93	<b>4,61</b>	5,5	<b>6,5</b>	135,3	7	5	<b>30,8</b>
4	0,71	4,43	3,0	5,4	135,4	6,5	11	25,6
5	0,63	4,42	5,0	5,4	135,5	5,5	5	22,55
6	0,94	4,26	6,1	6,2	112,5	7,5	10	26,6
7	0,72	4,18	<b>6,5</b>	4,7	134,7	7	<b>31,0</b>	22,35
8	0,63	4,09	3,5	4,4	135,2	5,5	15	28,25
9	0,63	3,92	5,6	4,2	135,4	<b>10,5</b>	4	27,1
10	0,63	3,73	3,9	3,9	135,3	<b>20,5</b>	12	<b>31,0</b>
11	0,82	3,53	3,3	3,4	135,2	7,5	18	28,7
12	0,99	3,45	5,5	5,9	84,4	6	15	<b>30,3</b>
13	0,61	3,41	2,6	3,3	135,0	5,5	14	27,85
14	0,47	1,79	1,0	4,5	61,8	8,5	5	25,85
15	0,42	1,71	2,9	1,6	126,9	<b>9,0</b>	<b>44,0</b>	25,75
16	0,30	1,09	-0,5	0,6	134,7	8	<b>37,0</b>	28,75
17	0,70	0,87	1,1	5,1	29,5	6,5	10	21,15

Por lo expuesto anteriormente se puede concluir que si bien se trata de dos microorganismos diferentes, el impacto de factores tales como el tiempo de traslado, la temperatura ambiental, la temperatura inicial del producto en góndola, la temperatura media de la heladera doméstica y, por consiguiente, la temperatura media del producto durante la

etapa de almacenamiento, tuvieron impactos similares sobre el crecimiento tanto de *L. monocytogenes* como de *Y. enterocolitica*, en los casos estudiados.

Al igual que lo realizado para *L. monocytogenes*, se grafica la distribución del crecimiento estimado de *Y. enterocolitica* al final del período de medición (Figura 40) y al cabo de 24 horas (Figura 41). Las distribuciones fueron caracterizadas por funciones de densidad asimétricas (Valor Extremo y Laplace –final del período y Log Normal y Valor Extremo después de las 24 horas de almacenamiento).

Por contraste, se puede observar que el nivel alcanzado con las predicciones para *Y. enterocolitica* es mayor al de *L. monocytogenes*, dado que con el primer microorganismo al final de la etapa, el 97% se superó un ciclo logarítmico de crecimiento y en el 50% de estos casos, fue mayor a 4 ciclos logarítmicos.

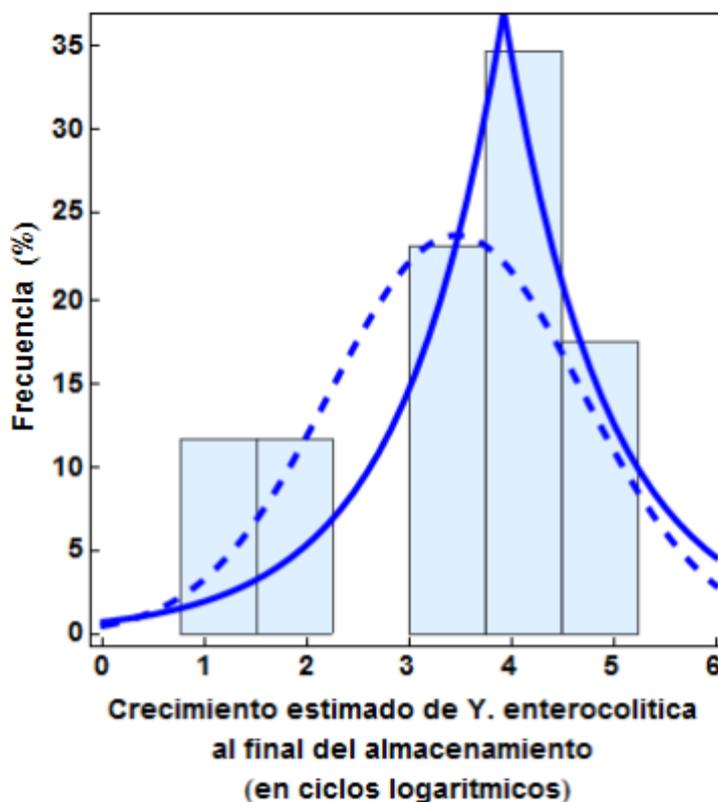


Figura 40. Distribución del crecimiento estimado de *Y. enterocolitica* al final del período de almacenamiento.

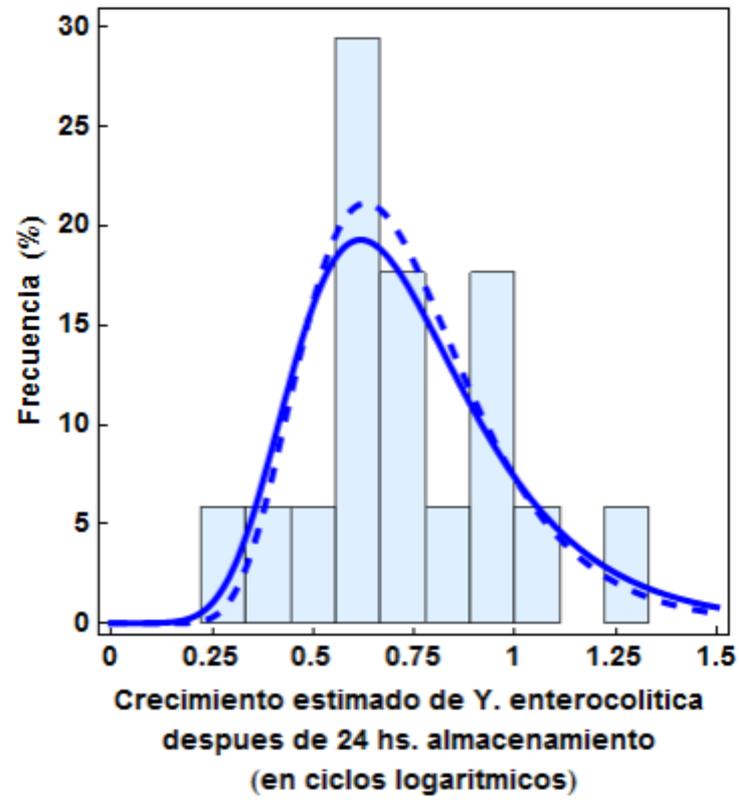


Figura 41. Distribución del crecimiento estimado de *Y. enterocolitica* luego de 24 horas de almacenamiento

## Conclusiones

A lo largo de este estudio se ha realizado un seguimiento de productos relacionados a ETA en supermercados y hogares, lo cual derivó en la recopilación de evidencia sobre la extensa exposición de alimentos a situaciones de abuso térmico. En el caso de los negocios minoristas se recolectó evidencia acerca de la incidencia de la temperatura ambiental en la temperatura de los productos en góndola. Mayores temperaturas ambientales fueron relacionadas a una mayor probabilidad de encontrar productos almacenados a temperaturas inadecuadas, lo cual puede traducirse a un mayor riesgo de contraer ETA durante el período estival. También se demostró en principio que dicho riesgo no puede ser atribuido parejamente a todos los productos, tipos de negocio y barrios analizados. Dicha relación se vio exacerbada en negocios independientes, especialmente localizados en áreas de menores recursos económicos.

La implementación de un modelo predictivo para estimar el crecimiento de dos microorganismos patógenos emergentes (*L. monocytogenes* y *Y. enterocolitica*) bajo las condiciones observadas en hogares permitió corroborar que los perfiles de temperatura obtenidos son compatibles con el crecimiento de ambos microorganismos. Sin embargo, la temperatura ambiental no tiene efecto en la temperatura de los refrigerados domésticos. Esta conclusión surge de la comparación de los datos de este estudio con los valores obtenidos durante el período invernal por Balza y Trevisan (2010). Debido a que la cantidad de datos recopilados en este estudio es limitada (N=17), es importante considerar estos datos como un estudio preliminar. A pesar de la cantidad de datos recopilados, a partir de los mismos se puede inferir la importancia de la educación de los consumidores en la prevención de ETA, ya que de ellos depende la adecuada selección de temperaturas de refrigeración en el hogar.

En adición a la determinación de deficiencias en la cadena de frío a diferentes niveles, la información recopilada podrá ser integrada en la estimación de los riesgos asociados al consumo de alimentos refrigerados en dicho centro urbano y ser de utilidad para el diseño e implantación de campañas de educación de la población en inocuidad alimentaria y mantenimiento de la cadena de frío.

La disponibilidad de datos apropiados sobre los factores de riesgo a lo largo de la cadena de distribución de productos alimenticios brinda un punto de partida para obtener predicciones más adecuadas en relación a la preservación de la inocuidad y calidad nutricional de alimentos a lo largo de su vida útil y a la presencia y crecimiento de microorganismos en los mismos. También potencialmente facilita el trabajo de instituciones académicas,

gubernamentales y organizaciones sin fines de lucro para aconsejar a cámaras de comercio, distribuidores y consumidores sobre las prácticas adecuadas y el mejoramiento de las prácticas existentes durante la distribución, el almacenamiento y el consumo de alimentos.

## Referencias

Ackers, L., Schoenfeld, S., Markman, J., Smith, M. G., Nicholson, M. A., DeWitt, W., Cameron, D. N., Griffin, P. M., Slutsker, L. *An outbreak of Yersinia enterocolitica O:8 infections associated with pasteurized milk*. The Journal of Infectious Diseases, vol. 181, pág. 1834-1837, 2000.

Agencia Gubernamental de Control de la Ciudad de Buenos Aires, *Enfermedades Transmitidas por Alimentos*, <http://www.agcontrol.gob.ar/pdf/Que-son-las-ETA.pdf>, Marzo 2011

Aiello, G., La Scalia, G., Micale, R. *Simulation analysis of cold chain performance based on time-temperature data*. Production Planning & Control, vol. 23, pág., 468-476, 2012.

ANMAT. Guía para carnicerías  
[http://www.anmat.gov.ar/Cuida\\_Tus\\_Alimentos/recursos/carnicerias.pdf](http://www.anmat.gov.ar/Cuida_Tus_Alimentos/recursos/carnicerias.pdf)

Baeza, R., Rosseler, C., Mielnicki, D., Zamora, M.C., Chirife, J. *Simplified prediction of Staphylococcus aureus growth in a cooked meat product exposed to changing environmental temperatures in warm climates*. Revista Argentina de Microbiología, vol. 39, pág. 237-242, 2007.

Baeza, R., Rosseler, C., Mielnicki, D., Zamora, M.C., Chirife, J. *Theoretical modelling of Staphylococcus aureus in a cooked meat product kept at ambient temperature using temperature profiles of selected Mexican cities*. Ciencia e Tecnología de Alimentos, vol. 29, pág. 81-84, 2009.

Baker A., Ebel E., Hogue A., McDowell R., Morales R., Schlosser W., Whiting R. *Salmonella enteritidis risk assessment*. Final report submitted to the USDA, FSIS, Washington, DC, 1998.

Balague C., A.A. Khan, L. Fernandez, A. Redolfi, V. Aquilia, P. Voltattorni, C. Hofer, G. Ebner, S. Duenas y C.E. Cerniglia. *Occurrence of non-O157 shiga toxin-producing E. coli in ready-to-eat food from supermarkets in Argentina*. Food Microbiology, vol. 23, pág. 307-313, 2006.

Balza Constantino, M.F., Trevisan, M.A. *Evaluación del Comportamiento de los Consumidores en Relación al Abuso Térmico y Calidad Sanitaria de Alimentos*, PFI, UADE, 2010.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *otes from the Field: Yersinia enterocolitica Infections Associated with Pasteurized Milk --- Southwestern Pennsylvania*,

March--August, 2011. Morbidity and Mortality Weekly Report, vol. 60, pág. 1428-1428, 2011.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks — United States, 1998–2008*. Morbidity and Mortality Weekly Report, Vol 2 :SS02, pág. 1-34, 2013.

Código Alimentario Argentino. Art 576 -res Conj SP y RS y SAGYPA No. 33/2006 y No. 563/2006- y Art. 248 ANMAT

Corradini, M.G., Peleg, M. *Estimating non-isothermal bacterial growth in foods from isothermal experimental data*. Journal of Applied Microbiology, vol. 99, pág. 187-200, 2005.

Corradini, M.G., Amézquita, A., Peleg, M. *Modeling and predicting non-isothermal microbial growth using general purpose software*. International Journal of Food Microbiology, vol. 106, pág. 223-228, 2006.

Corradini, M.G., Oddone, S., Barrio, Y., Darduin, A.L. *Temperature distribution of chilled food products at retail stores in the city of Buenos Aires, Argentina*. Institute of Food Technologists Annual Meeting. Chicago, Illinois, USA, 2010

Cuellar, J. *El Codex Alimentarius y su importancia para la Salud Pública*. [http://www.rlc.fao.org/prior/coma\\_gric/codex/rla0065/gestion.htm](http://www.rlc.fao.org/prior/coma_gric/codex/rla0065/gestion.htm), 2001.

Dabbene F., Gay P., Sacco N. *Optimisation of fresh-food supply chains in uncertain environments, Part I: Background and methodology*. Biosystems Engineering 99: 348 – 359, 2008.

Dalton, C.B., Austin, C.C., Sobel, J., Hayes, P.S., Bibb, W.F., Graves, L.M. *An outbreak of gastroenteritis and fever due to Listeria monocytogenes in milk*, The New England Journal of Medicine, vol. 336, pág. 100-105, 1997.

Danyluk M., Schaffner D. *Quantitative assessment of the microbial risk of leafy greens from farm to consumption: Preliminary framework, data, and risk estimates*. Journal of Food Protection, 74: 700-709, 2011.

Di Pietro S., Haritchabalet K., Cantoni G., Iglesias L., Mancini S., Temperoni A., Labanchi J., Barbarossa N., García M., Cofre M., Rosales S., Herrero E., Bigatti R., Orellana O., Larrieu E., *Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos en la provincia de Río Negro, Argentina, 1993-2001*. Medicina, 64: 2, 2004.

Doyle, M., Beucheat, L. R., Montville, T. J., *Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y fronteras*, Editorial Acribia, Zaragoza, 2001.

Endrikat, S., Gallagher, D., Pouillot, R., Quesenberry, H.H., Labarre, D., Schoeder, C.M., Kause, J. *A comparative risk assessment for Listeria monocytogenes in prepackaged versus retail-sliced deli meat*. Journal of Food Protection, vol. 73, pág., 612-619, 2010.

Evans, J. A. et al. *Temperature & energy performance of refrigerated retail display & commercial catering cabinets under test conditions*. Int J of Refrigeration-*Revue Int Du Froid* 30(3): 398-408, 2007.

Fleming, D.W., Cochi, S.L., MacDonald, K.L., Brondum, J., Hayes, P.S., Plikaytis, B.D., Holmes, M.B., Audurier, A. *Pasteurized milk as a vehicle of infection in an outbreak of listeriosis*, The New England Journal of Medicine, vol. 312, pág. 404–407, 1985.

Food Standard Agency. [www.Combase.cc](http://www.Combase.cc), records L172-1 to L172-18.

Frye, C., Donnelly, C.W. *Comprehensive survey of pasteurized fluid milk produced in the United States reveals a low prevalence of Listeria monocytogenes*, Journal of Food Protection, vol. 68, pág. 973–979, 2005.

Garrido, V., Vitas, A.I, Garcia-Jalon, I. *Survey of Listeria monocytogenes in ready-to-eat products: Prevalence by brands and retail establishments for exposure assessment of listeriosis in Northern Spain*. Food Control, vol. 20, pág. 986-991, 2009.

Giannuzzi L., Pinotti A., Zaritzky N. *Mathematical modelling of microbial growth in packaged refrigerated beef stored at different temperatures*. Int. J. Food Microbiol. 39: 101–110, 1998.

Gormley, F.J., Little, C.L., Grant, K.A., de Pinna, E., McLauchkin J. *The microbiological safety of ready-to-eat specialty meats from markets and specialty food shops: A UK wide Study with a focus on Salmonella and Listeria monocytogenes*. Food Microbiology vol. 27, pág. 243-249, 2010.

Hoang, H.M., Flick, D., Derens, E., Alvarez, G., Laguerre, O. *Combined deterministic and stochastic approaches for modelling the evolution of food products along the cold chain. Part II: A case study*. International Journal of Refrigeration, vol. 35, pág.915 -926, 2012.

Hoelzer, K., Sauders, B.D., Olsen, P.T., Pickett, M.M., Mangione, K.J., Rice, D.H., Corby, J., Stich, S., Fortes, E.D., Roof, S.E., Grohn, Y.T., Wiedmann, M., Oliver, H.F. *Prevalence, distribution, and diversity of Listeria monocytogenes in retail environments, focusing on small establishments and establishments with a history of failed inspections*. Journal of Food Protection vol., 74, pág., 1083-1095, 2011.

ICMSF, *Microbiología de los Alimentos. Ecología microbiana de los productos alimentarios*, Editorial Acribia, Zaragoza, 2000.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda República Argentina, [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar), 2001

Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis [INPPAZ]. *Cooperación internacional para el monitoreo de la contaminación de alimentos y la vigilancia de enfermedades transmitidas por alimentos. Estudio de caso en la Región AMOR*, Segundo Foro Mundial FAO/OMS de Autoridades de Reglamentación Sobre Inocuidad de los Alimentos, Bangkok. <http://www.fao.org/docrep/meeting/008/ae196s.htm>, 2004.

James S., Evans J., James C. *A review of the performance of domestic refrigerators*. J Food Eng., 87: 2-10, 2008.

Jevsnik, M. et al. *Consumers' awareness of food safety from shopping to eating*. Food Control 19(8): 737-745, 2008.

Kendall, D., Ritzert, A., Viator, C.L., Karns, S.A., Durocher, B.L. *Modeling the effects of food handling practices on the incidence of foodborne illness*. International Association for Food Protection Annual Meeting, New Orleans, EEUU, 2003.

Kozak J., Balmer T., Byrne R., Fisher K. *Prevalence of L. monocytogenes in foods: Incidence in dairy products*. Food Control, 7: 215-221, 1996.

Laguerre, O., Derens, E., Palagos, B. *Study of domestic refrigerator temperature and analysis of factors affecting temperature: a French survey*. International Journal of Refrigeration, Vol. 25, pág. 653-659, 2002.

Lema S., Longo, E.N., Lopresti A. *Guías Alimentarias para la Población Argentina*, Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas, Buenos Aires, 2006.

McMeekin, T.A., Ross, T. *Predictive microbiology: providing a knowledge-based framework for change management*. International Journal of Food Microbiology vol. 78, pag. 133– 153, 2002.

Ministerio de Salud de la Nación, Boletín Integrado de Vigilancia | N° 152 - SE 52 – 2012.

Ministerio de Salud de la Nación, Boletín Integrado de Vigilancia | N° 183 - SE 32 – 2013.

Morelli, E., Noel, V., Rosset, P., Poumeyrol, G. *Performance and conditions of use of refrigerated display cabinets among producer/vendors of foodstuffs*. Food Control, vol., 26, pág., 363-368, 2012.

Mossel, D.A.A., Moreno, B., Struijk, C.B.. *Microbiología de los alimentos*, Editorial Acribia, Zaragoza, 2da ed, 2006.

Nauta, M. J., S. Litman, et al. *A retail & consumer phase model for exposure assessment of Bacillus cereus*. International Journal of Food Microbiology 83(2): 205-218, 2003.

Navratilova, P., Schlegelova, J., Sustackova, A., Napravnikova, E., Lukasova, J., Klimova, E., *Prevalence of Listeria monocytogenes in milk, meat and food stuff of animal origin and the phenotype of antibiotic resistance of isolated strains*, Vet Med-Czech , vol. 49, pág. 243–252, 2004.

Negri, L. *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º ed*, INTA, <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>, 2005.

Ovca, A. & M. Jevsnik. *Maintaining a cold chain from purchase to the home & at home: Consumer opinions*. Food Control 20(2): 167-172, 2009.

Pradhan, A.K., Ivanek, R., Grohn, Y.T., Bukowski, R., Geornaras, I., Sofos, J.N., Wiedmann, M. *Quantitative risk assessment of listeriosis-Associated deaths due to Listeria monocytogenes contamination of deli meats originating from manufacture and retail*. Journal of Food Protection, vol., 73, pág. 620-630, 2010.

Pothukuchi, K., Mohamed, R., Gebben, D. *Explaining disparities in food safety compliance by food stores: does community matter?* Agriculture and Human Values, vol. 25, pág., 319-332, 2008.

Rosset, P., M. Cornu, et al. *Time-temperature profiles of chilled ready-to-eat foods in school catering & probabilistic analysis of L monocytogenes growth*. Int J Food Microbiology 96(1): 49-59, 2004.

Scharff, R.L. *Economic burden from health losses due to foodborne illness in the United States*. Journal of Food Protection, 75, 123-131, 2012.

Signorini, M., Tarabla, H. *Quantitative risk assessment for verocytotoxigenic Escherichia coli in ground beef hamburgers in Argentina*. International Journal of Food Microbiology, vol. 132, pág. 153–161, 2009.

Tacket, C.O., Narain, J.P., Sattin, R., Lofgren, J.P., Konigsberg, C. Jr, Rendtorff, R.C., Rausa, A., Davis, B.R., Cohen, M.L. *A multistate outbreak of infections caused by Yersinia enterocolitica transmitted by pasteurized milk*. JAMA: The journal of the American Medical Association, vol. 251, pág. 483-486, 1984.

Trevisan, M.A., Balza, M.F., Frojan, J., Oddone, S., Corradini, M.G. *Sub-optimal temperatures in retailers and households refrigerators in the city of Buenos Aires and their*

*effects on food safety*. XIII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos - Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios, Buenos Aires, Argentina, 2011.

Van de Venter T. <http://www.fao.org/docrep/meeting/X2603s.htm>, 1999

Wilson, E. *Towards an Integration of Content Analysis & Discourse Analysis: The Automatic Linkage of Key Relations in Text*.

<http://ucrel.lancs.ac.uk/papers/techpaper/vol3.pdf>, 1993.

Xanthiakos, K., Simos, D., Angelidis, A.S., Nychas, G.J., Koutsoumanis, K. *Dynamic modeling of Listeria monocytogenes growth in pasteurized milk*. Journal of Applied Microbiology, vol. 62, pág. 1289–1298, 2006.

Páginas web consultadas:

Página de la Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria sobre Guías Alimentarias para la Población Argentina.

[https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/guias\\_alimentarias.pdf](https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/guias_alimentarias.pdf).

Página de Alimentos Argentinos sobre Consumo de lácteos por productos según Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/lacteos/estadisticas/06\\_Consumo/Consumo\\_03.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/lacteos/estadisticas/06_Consumo/Consumo_03.htm)

Página de la ANMAT sobre Campaña de educación y prevención de Enfermedades Transmitidas por Alimentos.

[http://www.anmat.gov.ar/Cuida\\_Tus\\_Alimentos/eta.htm](http://www.anmat.gov.ar/Cuida_Tus_Alimentos/eta.htm)

Página de la ANMAT sobre Campaña de educación y prevención de Enfermedades Transmitidas por Alimentos.

[http://www.anmat.gov.ar/Cuida\\_Tus\\_Alimentos/manipuladoresmanualcontribucionfuentes.htm](http://www.anmat.gov.ar/Cuida_Tus_Alimentos/manipuladoresmanualcontribucionfuentes.htm)

Página de la Compañía Akribis – Distribuidora de los dispositivos para el relevamiento automático de temperaturas (data loggers).

[http://www.akribis.com.ar/index.php?option=com\\_virtuemart&view=productdetails&virtuemart\\_product\\_id=25&virtuemart\\_category\\_id=4](http://www.akribis.com.ar/index.php?option=com_virtuemart&view=productdetails&virtuemart_product_id=25&virtuemart_category_id=4)

Página de Centers for Disease Control and Prevention (Estados Unidos) sobre Infecciones transmitidas por alimentos.

[http://www.cdc.gov/nczved/es/enfermedades/infecciones\\_alimentos/](http://www.cdc.gov/nczved/es/enfermedades/infecciones_alimentos/)

Página de Food and Drug Administration (FDA) sobre enfermedades transmitidas por alimentos (Estados Unidos).

<http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/PeopleAtRisk/ucm083468.htm>

Página de Food and Drug Administration sobre grupos de riesgo (Estados Unidos).

<http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/PeopleAtRisk/ucm353048.htm>

Página de Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda República Argentina 2010.

<http://www.censo2010.indec.gov.ar/>

Página de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre Seguridad Alimentaria.

[http://www.who.int/foodsafety/foodborne\\_disease/general/en/index.html](http://www.who.int/foodsafety/foodborne_disease/general/en/index.html)

Página del Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina.  
<http://www.smn.gov.ar> [Consulta periódica]

Página de Sistema de Información para la Vigilancia de las Enfermedades  
Transmitidas por los Alimentos (Sirveta).

[http://www.panalimentos.org/sirvetaipz/report\\_eta01.asp](http://www.panalimentos.org/sirvetaipz/report_eta01.asp)

Página de Thermoworks, fabricante de termómetro infrarrojo.

<http://www.thermoworks.com/products/ir/cz-ir.html/Specifications>

## Anexos

### *Anexo I: Especificación técnica de termómetro infrarrojo CZ-IR*

Las especificaciones técnicas del termómetro infrarrojo modelo CZ-IR, Thermoworks, Orem, UT (Figura X) son las que se detallan a continuación:

- Rango de Temperatura:  $-55^{\circ}$  a  $220^{\circ}\text{C}$
- Resolución:  $0,1^{\circ}\text{C}$  entre  $-19,99$  a  $199,99$ ; de lo contrario,  $1^{\circ}$
- Exactitud:  $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$  de  $15$  a  $35^{\circ}\text{C}$ ;  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  de  $0$  a  $65^{\circ}\text{C}$ ;  $\pm 1,5\%$  por encima del resto del rango
- Tiempo de respuesta: 1 segundo
- Emisividad: Ajustable de  $0,05$  a  $1,00$  con incrementos de  $0,01$
- Longitud de onda:  $5-14\mu\text{m}$
- Dimensiones:  $39 \times 115 \times 22 \text{ mm}$
- Temperatura ambiente de uso:  $-10$  a  $50^{\circ}\text{C}$
- Duración de la batería: 40 horas aproximadamente

Esta información se encuentra disponible en la página del fabricante:  
<http://www.thermoworks.com/products/ir/cz-ir.html#Specifications>

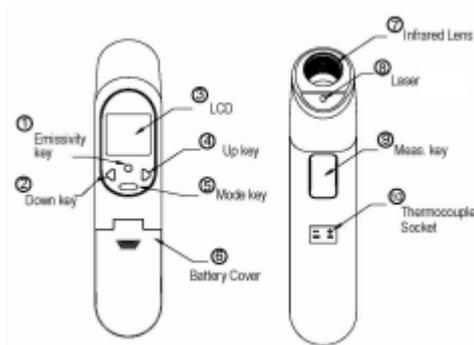


**Figura 42. Termómetro infrarrojo modelo CZ-IR, Thermoworks.**

**Anexo II: Especificación técnica de termómetro infrarrojo modelo Y-IRK**

Las especificaciones técnicas del termómetro infrarrojo modelo Y-IRK, Thermoworks, Orem, UT (Figura X) son las que se detallan a continuación:

- Rango de Temperatura:  $-60^{\circ}$  a  $500^{\circ}\text{C}$
- Resolución:  $0,1^{\circ}\text{C}$  entre  $-19,99$  a  $199,99$
- Exactitud:  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  de  $15$  a  $35^{\circ}\text{C}$ ;  $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$  de  $33$  a  $500^{\circ}\text{C}$
- Tiempo de respuesta: 1 segundo
- Emisividad: Ajustable de  $0,10$  a  $1,00$  con incrementos de  $0,01$
- Dimensiones:  $39 \times 175,2 \times 71,9$  mm
- Temperatura ambiente de uso:  $0$  a  $50^{\circ}\text{C}$
- Duración de la batería: 140 horas aproximadamente



**Figura 43. Esquema del termómetro infrarrojo modelo Y-IRK, Thermoworks.**

### **Anexo III: Especificación técnica de los data loggers**

El THERMOBUTTON es un data logger sanitario y robusto gracias a su encapsulado íntegramente constituido en acero inoxidable (Figura XX). Esta característica le permite estar en contacto directo con el producto refrigerado o congelado sin comprometer su higiene como así también monitorear ambientes de alta humedad e incluso estar en contacto directo con agua.

Las especificaciones técnicas de los mismos de detallan a continuación:

- Rango de Temperatura:  $-40^{\circ}$  a  $85^{\circ}\text{C}$
- Resolución:  $0,5^{\circ}\text{C}$
- Exactitud:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Capacidad de datos a registrar: 2048
- Intervalos de toma de datos: de 1 a 255 minutos con incrementos de a 1 min
- Dimensiones: 17 mm x 6 mm
- Tolerancia de humedad: 0 a 100% RH
- Material: acero inoxidable
- Duración de la batería: hasta 10 años



**Figura 44. Data loggers THERMOBUTTON.**

Esta información se encuentra disponible en la página de la compañía distribuidora:  
[http://www.akribis.com.ar/index.php?option=com\\_virtuemart&view=productdetails&virtuemart\\_product\\_id=25&virtuemart\\_category\\_id=4](http://www.akribis.com.ar/index.php?option=com_virtuemart&view=productdetails&virtuemart_product_id=25&virtuemart_category_id=4)

**Anexo IV: Datos de crecimiento de *L. monocytogenes***
*Listeria monocytogenes* en leche pasteurizada

 Crecimiento de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas (Xanthiakos et al., 2006).

**Tabla 13. Crecimiento de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas (1.5-16°C),  
 expresado como ciclos logarítmicos de crecimiento, N(t)**

Tiempo (h)	N(t) (UFC/ml)				
	1.5°C	4°C	8°C	12°C	16°C
0	3,71	3,71	3,75	3,73	3,65
21	-	3,91	-	4,24	5,01
46	-	-	4,26	5,17	6,83
54	-	-	4,46	5,72	7,4
70	-	-	4,72	6,43	8,05
77	-	-	5,41	6,59	8,13
93	-	3,81	5,61	7,60	8,64
100	-	-	5,68	7,72	-
118	-	3,63	6,14	8,11	8,66
129	-	-	6,49	8,17	-
142	3,78	3,97	6,71	-	8,56
149	-	-	6,95	8,43	-
165	-	-	7,42	8,11	-
188	-	4,32	7,77	8,48	-
216	-	-	8,13	-	-
260	3,65	4,72	8,37	-	-
335	-	5,31	-	-	-
381	3,71	6,06	-	-	-
430	-	6,34	-	-	-
502	4,11	7,40	-	-	-
551	-	7,58	-	-	-
600	4,11	8,00	-	-	-
695	4,47	7,84	-	-	-
741	-	7,49	-	-	-
795	4,92	7,51	-	-	-
890	5,46	-	-	-	-
1055	6,66	-	-	-	-
1207	7,39	-	-	-	-
1370	7,77	-	-	-	-

**Tabla 14. Crecimiento de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas (1.5-16°C), expresado como crecimiento logarítmico relativo (Log[N(t)/N0])**

Tiempo (h)	N(t) (UFC/ml)				
	1.5°C	4°C	8°C	12°C	16°C
0	0	0	0	0	0
21	-	0,2	-	0,51	1,36
46	-	-	0,51	1,44	3,18
54	-	-	0,71	1,99	3,75
70	-	-	0,97	2,70	4,00
77	-	-	1,66	2,86	4,48
93	-	0,10	1,87	3,87	4,99
100	-	-	1,93	3,99	-
118	-	-0,08	2,39	4,38	5,01
129	-	-	2,74	4,44	-
142	0,08	0,26	2,96	-	4,91
149	-	-	3,20	4,70	-
165	-	-	3,67	4,38	-
188	-	0,60	4,02	4,74	-
216	-	-	4,22	-	-
260	-0,06	1,01	4,62	-	-
335	--	1,60	-	-	-
381	-0,01	2,35	-	-	-
430		2,63	-	-	-
502	0,40	3,69	-	-	-
551	-	3,87		-	-
600	0,40	4,29	-	-	-
695	0,76	4,12	-	-	-
741	-	3,78	-	-	-
795	1,21	3,80	-	-	-
890	1,75	-	-	-	-
1055	2,95	-	-	-	-
1207	3,68	-	-	-	-
1370	4,06	-	-	-	-

**Anexo V: Datos de crecimiento de *Y. enterocolitica***
*Yersinia enterocolitica* en leche pasteurizada

Crecimiento de *Y. enterocolitica* a diferentes temperaturas en las siguientes condiciones: pH= 6.7, aw=0.999, NaCl=0.1% (Food Standards Agency).

**Tabla 15. Crecimiento de *Y. enterocolitica* a diferentes temperaturas (0-10C), pH= 6.7, aw=0.999, NaCl=0.1% expresado como ciclos logarítmicos de crecimiento, N(t)**

Tiempo (h)	N(t) (UFC/ml)				
	0°C	2°C	5°C	7°C	10°C
0	3,68	3,62	3,64	3,58	3,66
24	3,74	4,04	4,32	4,49	5,04
48	3,97	4,38	4,75	5,3	6,49
72	4,04	4,61	5,23	6,59	7,46
96	4,23	4,93	6,34	8,08	8,46
168	4,72	6,9	8,32	8,56	8,81
192	4,78	7,3	8,61	8,65	8,85
216	5	7,77	8,69	8,7	8,85
240	5,54	8,32	8,91	8,72	8,77
264	5,58	8,26	8,78	8,79	8,83
336	6,18	8,56	8,9	8,9	8,9
360	6,38	8,61	8,85	8,89	8,93
384	6,48	8,65	-	-	-
408	6,63	8,69	-	-	-
432	7,08	8,77	-	-	-
504	7,6	-	-	-	-

**Tabla 16. Crecimiento de *Y. enterocolitica* a diferentes temperaturas (0-10C), pH= 6.7, aw=0.999, NaCl=0.1% expresado como crecimiento logarítmico relativo (Log[N(t)/N0])**

Tiempo (h)	N(t) (UFC/ml)				
	0°C	2°C	5°C	7°C	10°C
0	0	0	0	0	0
24	0,06	0,42	0,68	0,91	1,38
48	0,29	0,76	1,11	1,72	2,83
72	0,36	0,99	1,59	3,01	3,8
96	0,55	1,31	2,7	4,5	4,8
168	1,04	3,28	4,68	4,98	5,15
192	1,1	3,68	4,97	5,07	5,19
216	1,32	4,15	5,05	5,12	5,19
240	1,86	4,7	5,27	5,14	5,11
264	1,9	4,64	5,14	5,21	5,17
336	2,5	4,94	5,26	5,32	5,24
360	2,7	4,99	5,21	5,31	5,27
384	2,8	5,03	-	-	-
408	2,95	5,07	-	-	-
432	3,4	5,15	-	-	-
504	3,92	-	-	-	-