

# Control de temperatura durante el transporte refrigerado: estándares y realidades

Silvia ESTRADA-FLORES\*

## INTRODUCCIÓN

La temperatura juega un papel vital en la prevención de pérdidas de calidad durante la comercialización de productos perecederos. El efecto de un canal de distribución que se realiza a temperaturas por debajo de la especificación apropiada para ciertos productos (por ejemplo, frutas tropicales), es la aparición de daños por frío. Por el contrario, una distribución realizada a temperaturas por arriba de la especificada para el producto puede provocar una descomposición acelerada y un riesgo sanitario.

Los avances tecnológicos en la cadena de frío han hecho posible el transporte de alimentos altamente perecederos a mercados distantes y la extensión de vida de anaquel. Paradójicamente, esta misma extensión de vida de anaquel ha hecho más visible el efecto de las rupturas de la cadena de frío. El Centro de las Ciencias por el Interés Público (CSPI) en Estados Unidos sostiene que el uso inadecuado de la refrigeración como medio de preservación de alimentos ha sido un factor causal del incremento en infecciones por *Listeria monocytogenes* en alimentos pre-cocinados (Smith y Robert, 2005). Hugot (2003) sostiene que el síndrome de Chron (o colon espástico, un padecimiento que afecta el intestino delgado) está ligado con el consumo de productos cárnicos y algunos vegetales refrigerados en condiciones que permiten el crecimiento de *Yersinia* y *Listeria*. Por otra parte, es un hecho conocido que la tasa respiratoria de frutas y hortalizas se duplica o triplica por cada 10 °C en exceso de la temperatura óptima de almacenamiento. En fresas, un aumento de 10 °C puede llevar a cuadruplicar su tasa respiratoria (Faragher, 2000).

Las compañías enteramente dedicadas a operaciones logísticas de productos refrigerados tienen que manejar una diversidad de requerimientos provenientes de sus clientes. Entre éstos podemos contar los supermercados, restaurantes, tiendas de abarrotes, mercados y, más recientemente, las tiendas en línea (pedidos por internet) con canales directos a particulares. La demanda y volumen de producto que necesita transporte refrigerado puede variar significativamente de una semana a la otra (Glaser et al., 2001).

Asimismo, la diversidad de productos transportados y sus condiciones óptimas de transporte representa todavía un desafío técnico para la mayoría de los vehículos refrigerados. Estos vehículos tienen que permitir una amplia gama de combinaciones de temperaturas iniciales de producto, tasas respiratorias, humedad relativa y ser capaces de transportar los productos en forma efectiva, independientemente de la variedad de climas y condiciones meteorológicas prevalecientes.

Otros aspectos que afectan el control de temperaturas durante el transporte son los empaques y embalajes (que varían significativamente en cuanto a tamaño, forma y materiales) y las configuraciones de carga. La mayoría de las regulaciones que establecen temperaturas máximas durante el transporte especifican 4 °C o 5 °C, a pesar de que la temperatura óptima para cada producto transportado es diferente y los equipos empleados durante el transporte son variados.

El presente artículo presenta algunos de los estándares y guías internacionales que proponen temperaturas máximas durante el transporte, así como ejemplos de casos reales de transporte refrigerado. Finalmente, se discute la relevancia de normas y sistemas de autorregulación para el aseguramiento de temperaturas adecuadas durante el transporte.

\* *Supply Chain Innovation, Food Science Australia*  
PO Box 52, North Ryde, NSW 1670, Australia.

# Tecnología

## REGULACIONES Y GUÍAS QUE ESTABLECEN CONDICIONES DE TEMPERATURA DURANTE EL TRANSPORTE DE ALIMENTOS

Los organismos públicos que desarrollan normas y guías de inocuidad alimentaria en el mundo reconocen el efecto significativo del control de temperatura sobre la calidad y vida de anaquel de estos alimentos. Algunos ejemplos de regulaciones aplicadas en este sentido son las siguientes:

(1) El Consejo de Higiene de los Alimentos (Directiva 93/43/EEC, 1993) es una legislación de la Comunidad Europea. Esta directiva indica que la preparación, procesamiento, fabricación, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, manejo y venta o suministro de comestibles debe llevarse a cabo de forma higiénica. También requiere que los distribuidores de alimentos perecederos los mantengan en temperaturas específicas. La Regulación en Seguridad de los Alimentos en su sección de «Control de Temperatura» (1995) indica que los productos refrigerados deben transportarse a temperaturas menores de 8 °C. Sin embargo, los fabricantes europeos de alimentos y distribuidores se han autorregulado para establecer un máximo de 5 °C (Goodburn, 2001). Si esta temperatura es excedida en cualquier punto del transporte, los detallistas pueden rechazar los pedidos. En cuanto a productos congelados rápidamente, la Directiva 89/108 establece una temperatura de -18 °C.

(2) Los Estándares de Alimentos de Australia-Nueva Zelanda (2002) tocan el tema de transporte como un artícu-

### "LA INOCUIDAD DE SUS PRODUCTOS ES NUESTRA ESPECIALIDAD"

<b>Monitoreo Total de Parámetros HACCP.</b> Validación de limpieza, pH, Temperatura, Conductividad, Concentración sanitizantes y limpieza en un solo equipo con un solo soporte.	<b>SISTEMA LIGHTNING MVP</b>	
<b>Calidad Microbiológica del Agua.</b> Tecnología rápida de sustrato cromogénico para detección de coliformes totales y E. coli en 24 horas, aprobada por normas oficiales mexicanas. La más usada en el mundo por su rapidez y confiabilidad.	<b>COULERT</b>	
<b>Microbiología Rápida de Alimentos.</b> Sistema de reactivos que garantiza reducción de hasta 50% en tiempos y diluciones para cuenta total, coliformes, E. coli, enterobacterias, hongos-levaduras y Campylobacter.	<b>SIMPLATE</b>	
<b>Sistemas de Recolección.</b> Bolsas estériles para recolectar muestras de todo tipo de alimentos, bebidas, agua potable, residual y similares.	<b>NASCO</b>	
<b>Monitoreo de Patógenos.</b> Conjunto de métodos rápidos AOAC para Salmonella, E. coli O157:H7, Listeria y Campylobacter en alimentos, bebidas y muestras ambientales con resultados en menos de 48 horas por prueba.	<b>1-2 TEST, VIP, ASSURANCE</b>	
<b>Monitoreo Ambiental.</b> Sistema de hisopos preparados para monitoreo microbiológico en todo tipo de superficies. Polvo fluorescente simulador de bacterias para monitoreo del lavado de manos.	<b>COPAN, ASSURE SWAP, GLO-GERM</b>	
<b>Microbiología Tradicional.</b> Medios de cultivo para microbiología tradicional en varias presentaciones.	<b>DIBICO</b>	
<b>Control de antibióticos.</b> Sistemas para detección de antibióticos estipulados en la forma oficial mexicana para leche y derivados en menos de 10 minutos y para células somáticas en menos de 2 minutos con precisión comparable a la de equipos electrónicos.	<b>SNAP, SOMATICELL</b>	
<b>Monitoreo Físicoquímico</b> Equipos para monitoreo de parámetros físicoquímicos como temperatura, cloro y muchos más. Sistema para dosificación de reactivo DPD para cloro más sencillo en el mercado.	<b>HANNA INST., EZDPD</b>	
<b>Herramientas para Procedimientos Operacionales de Limpieza (POES)</b> Línea más completa de capilería sanitaria con código de colores. Sistema para desinfección total del aire en cuartos fríos (IAF) y para esterilización y erradicación de gérmenes, en superficies y equipos HVAC (Steril-Aire).	<b>RIDGEVIEW, STERIL-AIRE, IAF</b>	



Mencione el código IAT0306 y obtenga un 10% de descuento en su primera compra

[www.serco.com.mx](http://www.serco.com.mx) [serco@serco.com.mx](mailto:serco@serco.com.mx)

**OFICINA MATRIZ**  
 Guillermo Prieto # 943 Ote. Col. Centro 64000 Monterrey, N.L.  
 Tel. (81) 83-45-24-59 y 83-43-12-14 Fax (81) 83-44-08-87 At'n: Ing. Luis M. Quintanilla

<b>HERMOSILLO</b>	<b>AGUASCALIENTES</b>	<b>QUERETARO</b>
<b>TORREÓN</b>	<b>MÉXICO</b>	<b>GUADALAJARA</b>

lo general en la Sección «Manejo de Alimentos». En éste se establece que un negocio que maneja alimentos (en cualquiera de las fases de la cadena de suministro) debe proteger a éstos de la probabilidad de contaminación, transportarlos bajo control de temperatura y asegurarse de que los alimentos congelados no se hayan descongelado parcial o totalmente durante el transporte. En cuanto a productos frescos, la temperatura del alimento debe ser tal que no se comprometa la calidad microbiológica del alimento. El estándar sugiere una temperatura máxima de 5 °C. No se especifican temperaturas específicas para productos congelados.

(3) En Estados Unidos, existen regulaciones que se aplican a alimentos específicos. Algunos ejemplos son: la regulación estatal para el transporte de moluscos (FDA, 2003) y la Directiva 8840.1 que regula la refrigeración y etiquetado de huevos para el consumo humano (FSIS, 1999). Aun cuando existe un Acta para el Transporte Sanitario de Alimentos (1990), ésta no abarca el tema de temperatura durante el transporte. El Código Federal de Regulaciones (2005) en su sección 110.93 (Almacenamiento y Distribución) hace referencia a que el transporte de alimentos perecederos debe hacerse de forma que no se comprometa la integridad física, química o microbiológica del mismo pero no menciona medidas específicas para lograr este objetivo. Existen guías tales como la «Guía de Sanidad para el Transporte y Distribución de Carne, Aves y Huevo» (FSIS, 2002), «Planes de Análisis de Riesgos y Puntos de Control» para productos marinos, jugo de frutas y lácteos, cuya aplicación es obligatoria (FDA, 2000). Sin embargo, de acuerdo a la sección de «Preguntas y respuestas en la página web de la FDA (<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/qa2haccp.html>), el plan excluye a todas las partes involucradas en la logística del producto.

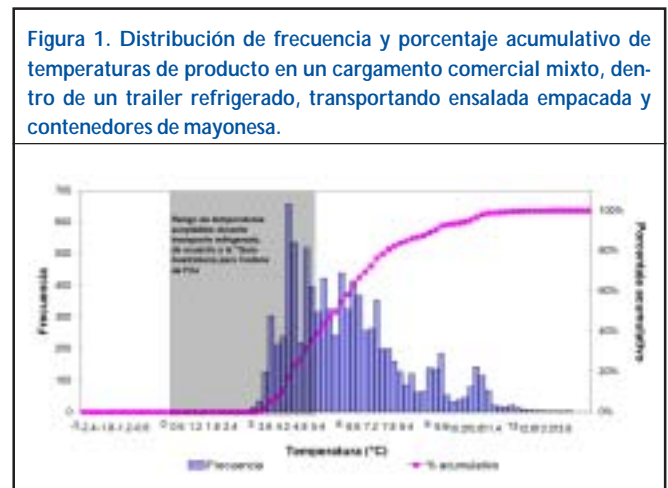
(4) El Codex Alimentarius es un conjunto de normas alimentarias internacionales que abarcan una serie de normas y guías para diversos productos. Las normas del Codex incluyen prácticas de producción, manufactura, transporte y almacenamiento. En normas Codex, raramente se citan condiciones de transporte específicas; sin embargo hay excepciones, como las normas referidas a productos congelados rápidamente (CODEX STAN 36-1981, Rev. 1-1995; CODEX STAN 41-1981 y CODEX STAN 52-1981, entre otras), en las que se establece la temperatura de -18 °C para el transporte de estos productos. En cuanto a productos refrigerados, el «Código de Prácticas de Higiene para los Alimentos Envasados Refrigerados de Larga Duración» (CAC/RCP 46, 1999) sugiere una temperatura de 4 °C para la mayoría de los pro-

ductos, pero la norma es flexible en cuanto a modificaciones de esta temperatura, dependiendo del producto. El «Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas» (CAC/RCP 44 – 1995) sugiere aspectos a cuidar en la selección y operación de transporte refrigerado, pero no proporciona una guía de temperaturas.

(5) En México, el «Reglamento de control sanitario de productos y servicios» (Diario Oficial, 1999) establece: «Durante su transportación, los alimentos perecederos deberán mantenerse a temperaturas de refrigeración y los que requieran congelación se deberán conservar en ese estado. Las temperaturas específicas para cada tipo de producto se establecerán en las normas correspondientes». La mayoría de las normas específicas a productos como carne, huevo y hortalizas usan el término «proceso» para definir las «actividades relativas a la obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos». Sin embargo, las consideraciones específicas referidas al transporte de estos alimentos no se definen en las normas.

Existen regulaciones de carácter voluntario que se enfocan al control de temperaturas durante el transporte de alimentos. Algunos ejemplos son:

(1) La Guía Australiana para Cadena de Frío (1999), una medida introducida por el Consejo Australiano de Alimentos y Abarrotes, el Instituto Australiano de Supermercados, la Asociación de Almacenamiento y Transporte Refrigerado



## Tecnología

y empresas privadas en los sectores de la venta al detalle y logística. Esta guía proporciona recomendaciones para el manejo y transporte de productos perecederos. Para producto fresco, la temperatura del aire dentro del transporte refrigerado debe estar entre 0 °C y 4 °C, a fin de asegurar que el producto no sobrepase 5 °C. Para producto congelado, se recomienda una temperatura de -18 °C.

(2) La Organización Mundial de los Alimentos (FAO) ha publicado diversas guías enfocadas a diferentes facetas de la distribución de perecederos. Por ejemplo: «Documento técnico de pesca N° 436» (Shawyer y Medina, 2005) y «Mejoramiento de la Calidad e Inocuidad de las Frutas y Hortalizas Frescas» (Piñeiro y Díaz, 2004). Estas guías pueden ser citadas durante la elaboración de normas Codex, por lo que hay que tenerlas en cuenta.

(3) El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) tiene varias publicaciones que tratan el tema de transporte refrigerado (Ashby et al., 1987; Welby y McGregor, 2004; Gross et al., 2004). Estas guías, aunque son implementadas de forma voluntaria, se utilizan frecuentemente como requisitos impuestos por el cliente en contratos individuales durante la importación/ exportación de alimentos de y hacia Estados Unidos.

(4) En México, existen pliegos de condiciones para el uso de la marca oficial «México Calidad Suprema» en las que se mencionan temperaturas específicas para el almacenamiento (por ejemplo, en el pliego PC- 043-2005 para perezil, se especifica una temperatura de 0 °C), pero las únicas condiciones requeridas en cuanto a transporte son de carácter higiénico. En el

**Ofreciendo Innovación en Tecnología Neumática** 

# IONIZADOR

CON SENSOR POTENCIAL SUPERFICIAL  
SERIE IZSE30

**Tiempo de descarga 0.3 segundos**

- Condiciones: La acumulación estática disminuye de 3000V a 300V.
- Descarga de objetos: Monitor con placa de carga (150mm x 150mm, con capacitancia de 20pF).
- Distancia de instalación: el electrodo de tungsteno con la purga de aire debe de estar a 200mm de la pieza de trabajo.

Ideal para :

- Empacado.
- Envasado.
- Ind. Electrónica.
- Y todo proceso que requiera eliminar la electricidad estática.

La carga eléctrica positiva y negativa en una pieza de trabajo es medida y descargada a través de un flujo continuo de eliminación de iones.



**CERTIFICADO**  
OFICIO PROPAEG-AA-3933/05

**CERTIFICACION ISO 9001:2000**  
ANAB REGISTRADO  
REGISTRO FM87207

**SMC Corporation (México) S.A. de C.V.**  
[www.smc.com.mx](http://www.smc.com.mx)  
[informacion.tecnica@smcmx.com.mx](mailto:informacion.tecnica@smcmx.com.mx)  
**01800 22 SMC MX**  
(762 69)

mismo pliego se menciona: «La temperatura interior de la caja debe ser supervisada y mantenida en un rango apropiado que no dañe el producto y minimice el desarrollo de microorganismos patógenos». El rango apropiado de temperaturas no es mencionado. Se utilizan frases similares en pliegos para otras frutas y hortalizas. Una excepción es el pliego PC-002-2004 para carne de cerdo, que menciona específicamente: «Los MVZ Responsables, Oficiales o Autorizados, coordinados por el organismo de certificación correspondiente, sólo expedirán certificados zoonosanitarios para la movilización de las canales, parte de ellas o productos, si se cumplen los siguientes requisitos: [...]Registros de temperatura del vehículo que aseguren el mantenimiento de la cadena fría (refrigeración: máximo 4 grados Celsius, o congelación: no mayor de -18 grados Celsius)».

(5) El «Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Perecederas y sobre Vehículos Especiales Utilizados con esta Finalidad» (ATP) es un tratado que tiene el nivel de estándar en la Comunidad Económica Europea. El ATP contiene una lista de temperaturas máximas específicas para las categorías más relevantes de alimentos (lácteos, pescados y

mariscos, etc). Sin embargo, estas temperaturas son recomendaciones; el verdadero carácter normativo del ATP es en cuanto a la eficiencia del aislamiento térmico y del equipo frigorífico de los vehículos usados durante el transporte.

### CASOS REALES DE TRANSPORTE REFRIGERADO

Aun cuando el transporte debiera extender las «Buenas Prácticas Agrícolas» y «Buenas Prácticas de Manufactura» a «Buenas Prácticas de Transporte», la logística de productos alimenticios es compleja. Esta complejidad fue investigada por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) apoyada por otros departamentos gubernamentales en 1995. El estudio se enfocó a evaluar las condiciones de transporte en camiones refrigerados y reveló algunos aspectos que hacen del transporte refrigerado una operación más sofisticada que el almacenamiento:

- Los camiones refrigerados transportan a menudo cargas mixtas. Por ejemplo, en el mismo camión pueden transportarse contenedores con mayonesa, carnes frías y empa-

**Maestría en  
Ciencias de los Alimentos  
y Nutrición Humana:**

- Planes cuatrimestrales
- Horario de clases: lunes a viernes 16 a 22 horas
- Programas con reconocimiento de validez oficial
- 25 años de experiencia académica y 15 en investigación
- Oportunidad de convivir y colaborar con investigadores especializados

*Inicio de clases en agosto del 2006*

Mayores informes al teléfono  
52.78.95.00 ext. 2425 y 2387  
Benjamín Franklin No. 47  
Col. Condesa

**TRASCIENDE**  
UNIVERSIDAD LA SALLE

**01800LASALLE (018005272553)** **www.ulsa.edu.mx**

# GOMAS NATURALES, S.A. DE C.V.

Calidad natural a nuestros clientes



## Sistemas Estabilizantes:

Contamos con una amplia gama de sistemas, que brindan soluciones a los segmentos de mercado:

*BEBIDAS Y CONCENTRADOS*  
*LÁCTEOS Y DERIVADOS*  
*CEREALES Y DERIVADOS*  
*CONFITERÍA, BOTANAS Y POSTRES*  
*SALSAS, ADEREZOS Y CONSERVAS*  
*CÁRNICOS Y DERIVADOS*

## Commodities Gomas:

GOMA GUAR  
GOMA XANTHAN  
GOMA ARABIGA  
GOMA ALGARROBO  
GOMA TARA  
CMC  
CARRAGENINAS  
ALGINATOS  
GRENETINA

## Ingredientes Adicionales:

ACEITE MINERAL NF  
ACEITE VEGETAL BROMADO (BVO)  
ACEITE VEGETAL NEUTRO -  
(MCT's) NEOBEE®  
MINERALES QUELADOS  
PAPA DESHIDRATADA  
RESINA ESTER  
SAIB-SUSTANE®  
SUSTITUTO DE COCOA  
SWEET MIX  
TBHQ TENOX®  
TRIA CETINA K



**GOMAS  
NATURALES, S.A. de C.V.**

Nos respaldan 20 años diseñando productos a la medida y brindando soporte técnico a nuestros clientes.

Providencia No. 1258, Col. del Valle 03100 México D.F.  
Tel. 5575 7523, Fax: 5575 2287 Email: [gomas@prodigy.net.mx](mailto:gomas@prodigy.net.mx)



ques con ensaladas frescas. Esto puede acarrear problemas de contaminación cruzada, aparte de que la temperatura de un camión refrigerado puede optimizarse sólo para uno de los productos transportados. En el ejemplo de carga mixta mencionado, las carnes frías se perciben como el producto más caro y más susceptible a descomponerse, por lo que otros alimentos transportados se encuentran fuera de las condiciones ideales de transporte.

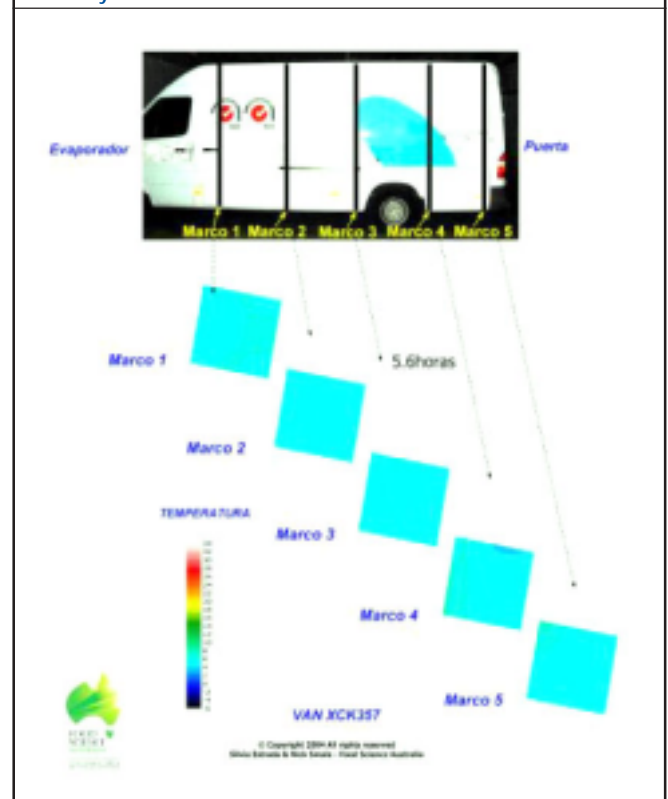
- En vehículos que se usan para entregas múltiples, los productos se cargan y descargan continuamente, con aperturas de puertas frecuentes. Esto eleva las probabilidades de temperaturas de producto por encima de las recomendadas.
- Los trailers y camionetas refrigeradas no siempre son preenfriadas; debido a restricciones en la capacidad frigorífica de la mayoría de los vehículos, estas unidades no pueden enfriar el cargamento y el espacio de carga, por lo que tanto el producto como el camión deben estar fríos antes de proceder a cargar el vehículo. El tiempo de preenfriamiento varía de acuerdo a la capacidad de refrigeración de cada vehículo.
- Los patrones de carga no siempre son optimizados para obtener una circulación de aire eficiente, debido a la premura en operaciones de carga y descarga, el patrón de estibado puede bloquear el aire frío o hacer que el estibador tenga que sacar varias cajas antes de encontrar las parcelas correspondientes al cliente.
- Algunas unidades son antiguas, con mantenimiento limitado y con daños en el aislamiento provocados por la degradación natural del mismo, por corrosión y humedad. La capacidad de refrigeración de estas unidades también sufre debido al incremento de la carga térmica a consecuencia del mal aislamiento. Los sellos de las puertas y el sellado entre la planta de refrigeración y la caja aislada también pueden perder eficiencia debido al uso y a la degradación de materiales, por lo que las fugas de aire frío (o las entradas de aire a temperatura ambiente) también incrementan la carga térmica.

Estrada et al. (2002) realizaron un estudio acerca de la estabilidad de temperaturas en un trailer refrigerado con un cargamento mixto de cajas de ensaladas frescas empacadas y contenedores de 20 litros con mayonesa. Se distribuyeron 120 sensores de temperatura en el cargamento y se registraron las temperaturas cada 5 minutos durante un trayecto de

8 horas. Al analizar las temperaturas, se encontró que los contenedores con mayonesa estaban a 7 °C cuando se colocaron en el interior del compartimiento refrigerado, mientras que las ensaladas se encontraban a 4 °C (Figura 1). Durante el trayecto de 8 horas, 60% de las temperaturas registradas sobrepasaron 5 °C, que es la temperatura máxima recomendada para el transporte de producto en Australia. La diferencia inicial de temperaturas (3 °C) entre el producto con mayor «masa térmica» (es decir, los contenedores de mayonesa) y las cajas de ensalada fueron factores decisivos en la falta de control de temperaturas durante el viaje.

En un segundo estudio (Estrada y Tanner, 2005) se investigó una operación logística urbana, en la que una camioneta panel refrigerada fue empleada para simular un trayecto de cuatro horas con varias aperturas de puerta. Durante la simulación se evaluaron las temperaturas de 20 parcelas de alimentos, que previamente se habían conservado en refrigeración a 3 °C ±0.5 °C. Existe una regla empírica en este tipo

**Figura 2. Diagrama de contorno que muestra las temperaturas medidas en una camioneta refrigerada sin carga. Los marcos (con una separación de 0.8 m) muestran una distribución de temperaturas entre 2 y 8 °C.**





## Equipo durable de alta capacidad para cualquier forma de corte

Urschel Laboratories, Inc., empresa establecida en 1910, le ofrece más de 40 modelos de máquinas de gran calidad respaldadas con repuestos de precisión Urschel cuando usted los necesita.

Cada máquina está diseñada para:

- Funcionar continuamente en ambientes de producción severos
- Funcionar fácilmente con lavado y mantenimiento sencillos
- Ofrecer la versatilidad adicional de poder procesar una amplia variedad de productos y tamaños de corte
- Producir cortes consistentes de alta calidad a altas capacidades.

Para averiguar cómo podemos ayudarle con sus necesidades de corte, comuníquense con nosotros.



**URSCHEL®**  
LOS ESPECIALISTAS EN REDUCCIÓN DE TAMAÑO

**Abamex**  
Ingeniería, s.a. de c.v.

70 años de Excelencia en Equipos de Proceso y para Empaque

¡Visítenos en  
EXPOPACK,  
Stand No. 1105

Urschel Laboratories, Inc. - PO Box 2200, 2503 Calumet Avenue  
Valparaiso, Indiana 46384-200 EE.UU. - Correo electrónico: info@urschel.com  
Teléfono: (219)464-4811 - Fax: (219)462-3879

[www.urschel.com](http://www.urschel.com)

®Urschel es una marca registrada de Urschel Laboratories, Inc.

Abamex Ingeniería, S.A. de C.V. - Av. Revolución 1579, San Ángel, 01000, México D.F.  
Tel. 5481-1550, Fax. 5481-1559 - e-mail: info@abamex-ing.com.mx

[www.abamex-ing.com.mx](http://www.abamex-ing.com.mx)

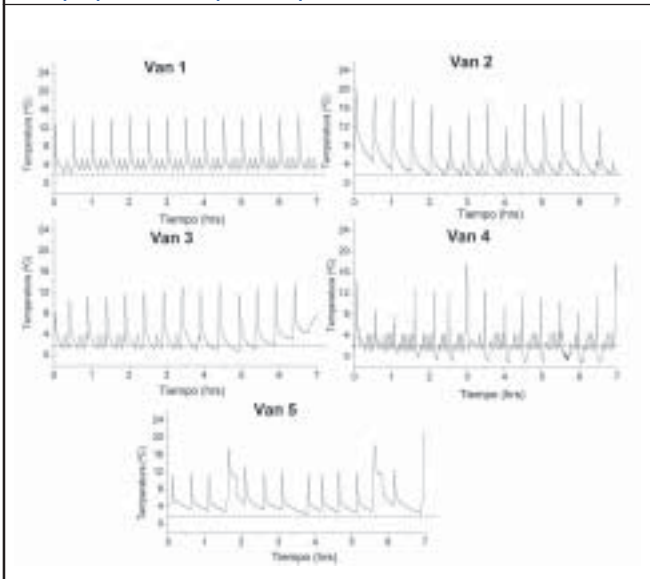
de distribución, que marca un mínimo de tres entregas a domicilio por hora para lograr la rentabilidad de canales logísticos con entregas múltiples (Clancy, 2000). Esto implica que la puerta del vehículo refrigerado se abre cada 20 minutos. En el estudio mencionado, el operador del vehículo debía manejar durante 20 minutos y parar el vehículo durante 5 minutos para entregar el producto (en Australia, las regulaciones de tránsito impiden que un vehículo se deje en marcha cuando se entregan parcelas). El termostato del vehículo se ajustó a 5 °C. Los resultados mostraron que prácticamente todos los productos sobrepasaron la temperatura requerida (5 °C), debido a que durante la carga del producto en la camioneta, la temperatura de las parcelas se incrementó entre 2 y 5 °C de la especificación original (3 °C).

En otro estudio, Estrada et al., (2006) investigaron el control de temperaturas en cinco camionetas refrigeradas con aperturas de puerta. Las camionetas (de tipo panel van) se empleaban en la distribución de productos farmacéuticos con requerimientos de temperaturas especiales (en un rango de 2 a 8 °C). Cada espacio de carga se instrumentó con 45 termopares distribuidos de forma tal que permitieran una visualización de la variación de temperaturas en el espacio refrigerado, como se muestra en la Figura 2. Los vehículos se evaluaron vacíos, por lo que no había ninguna «masa térmica» que amortiguara el efecto de

apertura de puertas. Se decidió probarlas de esta forma debido al uso normal que se le daba a estas camionetas, en las que se transportaba una carga mínima, repartiéndose solamente algunas parcelas en el trayecto. En esta investigación, las camionetas se encontraban dentro de un espacio acondicionado en el que se mantuvo una temperatura de 30 °C y una humedad relativa de 85%, simulando las condiciones de verano en varias localidades de Australia. Se simuló una logística de 7 horas de transporte por día, pre-enfriándose las unidades por una hora antes de la evaluación. Se hicieron aperturas de puerta cada 30 minutos, en las que se dejó la puerta abierta por un minuto. Las temperaturas del espacio de la carga se registraron cada 4 segundos durante las 8 horas del experimento. La Figura 3 presenta la temperatura promedio registrada en el espacio de carga de las cinco camionetas. En ésta se demuestra la imposibilidad de sostener una temperatura entre 2 y 8 °C en forma continua cuando existen varias aperturas de puerta.

El impacto de temperaturas fuera de especificación debe evaluarse tomando en cuenta la combinación de tiempo y temperatura. Por ejemplo, una evaluación más profunda de los datos encontrados para la camioneta «Van 1» (Fig. 3) reveló que las temperaturas en el interior de la camioneta sobrepasaron 8 °C durante sólo 6% del tiempo de transporte total (es decir, 25 minutos acumulativos de las 7 horas totales de transporte). ¿Cómo podemos traducir el impacto de esta desviación de temperatura a pérdidas de calidad en el producto? En el caso de alimentos, existen varios modelos matemáticos que permiten predecir el efecto de la variación de temperaturas en la calidad higiénica y la calidad sensorial de productos. En la primera categoría (también conocida como microbiología predictiva) podemos mencionar los trabajos de Baranyi et al. (1989), McMeekin et al. (1993), Ratkowsky et al. (1983) y McKellar y Lu (2003). En el segundo caso, ha sido más difícil establecer una liga entre la calidad sensorial de un alimento medida como respuesta de un grupo de consumidores y la calidad sensorial medida con instrumentos y métodos físico-químicos. Esto ha dificultado la obtención de ecuaciones que relacionen temperatura-tiempo con respecto a la respuesta de consumidores. Sin embargo, podemos mencionar el trabajo de Labuza (1984) y Taoukis y Labuza (1989) como ejemplos de modelos basados en la Ley de Arrhenius que permiten calcular de manera aproximada la pérdida de atributos sensoriales en una cadena de frío.

**Figura 3. Temperatura promedio del espacio de carga medida en las cinco camionetas. La línea punteada muestra la temperatura mínima a la que pueden transportarse productos farmacéuticos (2 °C).**



En relación a las rupturas en cadena de frío durante el transporte marítimo de productos, algunos estudios realizados por Amos (2001), Tanner y Amos (2003) y Smale et al. (2004) demostraron que los cargamentos de productos hortofrutícolas transportados por mar también presentan una variación significativa de temperaturas durante trayectos de 14 a 30 días, aunque esta variación es más marcada en contenedores que en las bodegas de carga de barcos refrigerados. El mayor reto técnico en cuanto al transporte de vegetales y frutas en contenedores es el efecto de la ventilación o recambio de aire del contenedor, que es necesaria para mantener una atmósfera respiratoria adecuada para el producto. La ventilación, además de incrementar la carga frigorífica, también puede incrementar el contenido de humedad en el interior del contenedor, sobre todo cuando la ruta del barco pasa por zonas tropicales. Debido a que la ventilación se realiza mediante una escotilla situada detrás del evaporador, ya sea en el lado izquierdo o derecho del mismo, la entrada de aire con alto contenido de humedad provoca escarchamiento desigual entre ambos lados del evaporador, lo que se conoce

como «escarcha diferencial». La escarcha diferencial provoca el bloqueo del flujo de aire proveniente de los ventiladores, además de generar una señal falsa en el sensor que controla la temperatura del interior del contenedor. Estos dos factores provocan una variación significativa de temperaturas en el producto.

### ¿NECESITAMOS NORMAS DE TEMPERATURAS PARA LA CADENA DE FRÍO?

Hathaway (1999) definió algunos aspectos fundamentales que han determinado regulaciones internacionales en el rubro de inocuidad alimentaria:

- (1) La percepción popular de «riesgos alimentarios» se basa frecuentemente en anécdotas, con escasa o nula información científica que respalda el riesgo percibido por el público.
- (2) La producción científica publicada en círculos informativos recibe poca consideración por parte de legisladores en-

**MAQUINARIA**  
**JERSA**

## Soluciones a la Medida para el Proceso de Alimentos

En Maquinaria Jersa desarrollamos soluciones de maquinaria para la industria alimentaria, desde equipos hechos a la medida hasta líneas completas de proceso para conservas, empaque fresco, congelado, hidratación. Contamos con la última tecnología para diseñar y fabricar maquinaria de acuerdo a sus necesidades de autoabastecimiento, proceso, envase, espacio disponible y presupuesto, así como de sus requerimientos de higiene y seguridad.

Entre nuestros principales equipos se encuentran: lavadoras, clasificadores, marmitas, escaldadoras, mezcladoras, rajadoras, despulperas, deshidratadores, orientadoras, agregadoras, llenadoras, autoclaves, cocedores, pasteurizadores, esterilizadores, transportadores, elevadores, etc.

Ofrecemos servicios de instalación, capacitación y mantenimiento en sitio y en su propio idioma. Más de 30 años de experiencia y 15,000 equipos fabricados y entregados nos respaldan.

**Visítenos del 27 al 30 de Junio en la Expo Pack México 2006 Stand 915**

**EXPO PACK 2006 Mexico Junio 27-30 Centro Banamex Ciudad de Mexico**  
[WWW.EXPOPACK.COM.MX](http://WWW.EXPOPACK.COM.MX)

**VISITANTE**

**JERSA**  
Calle San José Benavente 39, Col. San José Benavente, Cuernavaca, Estado de México, C.P. 54710  
Tel: (52) 55-5845-0004, Fax: (52) 55-5869-0034  
[ventas@jersa.com.mx](mailto:ventas@jersa.com.mx), [www.jersa.com.mx](http://www.jersa.com.mx)

cargados de realizar regulaciones sanitarias, particularmente aquellas con carácter de emergencia.

(3) Aun cuando existan datos científicos adecuados, existen aspectos de conveniencia política, económica, social o legal que pueden presionar a legisladores a desarrollar políticas de control «populares», pero no forzosamente medidas necesarias basadas en evidencia científica.

En el caso de los riesgos percibidos durante el transporte refrigerado de alimentos, pudiera decirse que los esfuerzos normativos realizados en esta área han obedecido a los tres aspectos mencionados arriba. Hay una carencia de información científica en cuanto a los riesgos reales que pueden presentarse durante el transporte refrigerado de alimentos, en particular el transporte terrestre. Por lo tanto, la estrategia recomendada para formular legislaciones que sean efectivas en cuanto a la distribución de productos refrigerados es la siguiente:

(1) Generar una base de datos, basada en datos experimentales, con datos suficientes para establecer la frecuencia y se-

veridad de rupturas en la cadena de frío a nivel comercial/industrial.

(2) Debe entenderse si la mayoría de las fallas se pueden remediar con entrenamiento y educación en la cadena logística. Si este es el caso, los organismos legislativos pudieran intervenir para incrementar el nivel de capacitación de los trabajadores involucrados en la cadena de frío (por ejemplo, estibadores, conductores de vehículos refrigerados, gerentes de logística) sin necesariamente legislar en cuanto a condiciones de temperatura específicas.

(3) Debe tomarse en cuenta la capacidad de los equipos de transporte refrigerado que actualmente se comercializan en México, el mantenimiento que se le da a éstos, la logística seguida y la tendencia de algunos operadores a usar flotas de vehículos obsoletos. Aun con el mejor entrenamiento y las mejores intenciones de los operadores de la cadena de frío, si los equipos empleados no son aptos para transportar la mercancía en un régimen de temperatura adecuado, no se podrán implementar medidas relativas a temperaturas máximas durante el transporte.

El punto de vista de esta autora es que, en algunos casos, la autorregulación del sector es más efectiva que las regulaciones impuestas por organismos gubernamentales. Los supermercados con estrictas normas de calidad pueden rechazar cargamentos con mercancías que han sido expuestas a temperaturas fuera de las especificaciones requeridas. Considerando el enorme poder económico actual de este sector, muchos operarios no pueden darse el lujo de perder a un supermercado de su cartera de clientes y por lo tanto, dan seguimiento a las normas de calidad exigidas por éstos. Hoy en día existen varias opciones tecnológicas que apoyan los planes de riesgo y puntos de control y permiten una trazabilidad continua del producto y su temperatura.

Por ejemplo, los sensores que utilizan radiofrecuencia (RFID) permiten evaluar el control de temperaturas durante el transporte del producto en tiempo real, a través de comunicación vía satélite. Existen operadores que dan abasto a tiendas de abarrotes y otras formas de comercio que posiblemente son menos exigentes en sus normas de calidad que los supermercados. Esta logística es la que presenta mayores dificultades en cuanto a la autorregulación. Es aquí donde la Secretaría de Salud puede coadyuvar en el cumplimiento de normas de calidad en el transporte de productos perecederos.

**Películas Termoencogibles para empaque y embalaje**

*Resistencia, Versatilidad y Economía de acuerdo a sus necesidades*

Plásticos para el abastecimiento

**GRUPO OLEFINAS**

Soluciones Innovadoras desde 1959

**San Luis Potosí, S.L.P.**  
Planta y oficinas generales:  
Tel.: (444) 834-6600; Fax: 799-7091

**México, D.F.**  
Oficinas de ventas:  
Tel.: (55) 5519-8138 y 92; Fax: 5519-9175

E-mail: [mercadotecnica.ventas@olefinas.com](mailto:mercadotecnica.ventas@olefinas.com)

[www.olefinas.com](http://www.olefinas.com)

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anon, 1999. *The Australian Cold Chain Guidelines: For the handling, storage and transport of frozen foods, ice cream and chilled foods for retail sale and in food service outlets. Published by the Australian Food and Grocery Council (AFGC), the Australian Supermarket Institute (ASI), the Refrigerated Warehouse and Transport Association (RWTA).* 39 pp
2. Amos N.D. *Factors affecting fruit temperature maintenance within refrigerated containers. Proc. IRHACE Annual Conf. Vol. I: 7 – 10, 2001.*
3. Ashby, H.B. 1995. *Protecting perishable foods during transport by truck. Agricultural Marketing Service. Transportation and Marketing Division. USDA. Handbook 669. 88p.*
4. Baranyi J., Roberts T.A. y McClure P.J. (1993). *A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. Food Microbiol. 10, 43-59.*
5. Clancy, S. 2000. *Small vehicles, great expectations. E-logistics magazine. Issue 2, May. From website: <http://www.elogmag.co.uk/magazine/02/>*
6. *Code of Federal Regulations. 2005. Title 21—Food and drugs. Subchapter B—Food for human consumption. Part 110: Current good manufacturing practice in manufacturing, packing, or holding human food. Subpart E—Production and Process Controls.*
7. *Commission Directive 92/1/EEC. The Quick-Frozen Foodstuffs (Amendment) Regulations. On the monitoring of temperatures in the means of transport, warehousing and storage of quick-frozen food-stuffs intended for human consumption, 1994. No 298 - OJNo. L34, 11.2.92; 28.*
8. *Committee ME-006. AS 4982-2003. Thermal performance of refrigerated transport equipment –Specification and testing. Australian Standard. Standards Australia. (2003) 54 pp.*
9. *Commonwealth of Australia, 2001. User Guide to Standard 1.6.1 – Microbiological limits for food with additional guideline criteria. In: Australia New Zealand Food Standards Code (incorporating Amendment 38). Anstat Pty Ltd. 22 pp.*
10. *Diario Oficial. 1999. Reglamento de control sanitario de productos y servicios. Estados Unidos Mexicanos. Capítulo III. Pág. 5.*



**HOOGWEGT México**  
Especialistas en Productos Lácteos

Estimados Clientes, Proveedores y Amigos:

Tenemos el placer de informarles nuestra nueva dirección y teléfono a partir del 24 de octubre de 2005, en donde tendremos el gusto de atenderle.

Privada de los Industriales No. 110-A, 5to. Piso  
Col. Ciudad Industrial Benito Juárez, Jurica  
C.P. 76100 Querétaro, Qro.  
Tel. (442) 153 30 00 Fax (442) 153 30 01

Leche entera en polvo • Leche descremada • Preparaciones alimenticias • Grasa butírica • Concentrados de proteínas de leche • Sólidos de mantequilla • Suero dulce en polvo • Concentrados de proteínas de suero • Quesos • Mantequilla Caseína ácida • Caseína renina • Ingredientes especiales

11. Estrada-Flores, S y Tanner, D.J. (2005). *Temperature variability and prediction of food spoilage during urban delivery of food products. ISHS Acta Horticulturae 674: 63-69. III International Symposium on Applications of Modelling as an Innovative Technology in the Agri-Food Chain; MODEL-IT.*
12. Estrada-Flores, S, Eddy, A y Smale, N. *Evaluation of the thermal performance of five refrigerated vans. Innovative Equipment and Systems for Comfort and Food Preservation, Auckland, NZ, 2006*
13. Estrada-Flores, S., Tanner, D.J. y Amos, N.D. (2002). *Cold chain management during transport of perishable products. Food Aust. 54(7): 268-270.*
14. Faragher, J. 2000. *Storage conditions affecting the life of fruit. Agriculture notes. State of Victoria, Department of Primary Industries. ISSN 1329-8062*
15. FDA. *The Sanitary Food Transportation Act of 1990, 49 USC 5701 Chapter 57 Sanitary food Transportation.*
16. Food Safety and Inspection Service (FSIS). *Enforcement of refrigeration and labeling requirements for shell eggs packed for consumer use. Directive 8840.1, 1999.*
17. Food Safety and Inspection Service (FSIS). 2002. *Safety and Security Guidelines for the Transportation and Distribution of Meat, Poultry and Egg Products.*
18. Glaser, L.K., Thompson, G.D. y Handy, C.R. , 2001. *Recent Changes in Marketing and Trade Practices in the U.S. Lettuce and Fresh-Cut Vegetable Industries. Agriculture Information Bulletin 767. Economic Research Service. USDA. 17 p.*
19. Goodburn, K. *Chilled Food Association. Comunicación personal, 2001*
20. Gross, K.C., Wang, C.Y. y Saltveit, M (Eds). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 66. (Revisado en Abril, 2004).*
21. Hathaway, S. 1999. *Management of Food Safety in International Trade. Food Control, 10: 247-253.*
22. Hugot, J.P., Alberti, C., Berrebi, D., Bingen, E. y Cézard, J.P. *The Lancet, 2003;362:2012-2015.*
23. Labuza, T.P. (1984) *Application of chemical kinetics to deterioration of foods. J. Chem. Edu., 61, 348-58.*
24. McGregor, B. M. *Tropical Products Transport Handbook. HBK-668. USDA, AMS, Agricultural Marketing Service, USDA. 1989.*
25. McKellar, R.C. y Lu, X. (Eds). (2003). *Modelling Microbial Responses in Foods. CRC, Boca Raton, Fla.*
26. McMeekin, T.A., Olley, J.N., Ross, T. y Ratkowsky, D.A. (1993) *Predictive Microbiology. John Wiley & Sons Ltd. UK.*
27. Shawyer, M. y Medina Pizzali, A.F. *Uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca. FAO Documento técnicos de pesca No. 436. Roma, 2005, 128 p.*
28. Nicholas, C.J. 1985. *Export Handbook for U.S. Agricultural Products. USDA, Office of Transportation, Agricultural Handbook No. 593*
29. Ratkowsky, D.A., Lowry, R.K., McMeekin, T.A., Stokes, A.N. y Chandler, R.E., (1983). *Model for bacterial culture growth rate throughout the entire biokinetic temperature range. J. Bacteriol. 154, 1222-1226.*
30. Secretaría de Salud. *Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Diario Oficial, lunes 9 de agosto de 1999.*
31. Smale, N.J., Tanner, D.J., y Amos, N.D. (2004). *Temperature and airflow variability during refrigerated vessel shipment of palletised kiwifruit. Proc. Int. Maritime Conf. Vol. 2: 452-459*
32. Smith, W. y Robert, N. 2005. *Global and Local: Food Safety Around the World. Center for Science in the Public Interest. 89 p.*
33. Tanner, D.J. y Amos, N.D. (2003). *Temperature variability during shipment of fresh produce. Acta Hort. 599: 193 - 203.*
34. Taoukis, P. y Labuza, T.P. 1989a. *Applicability of time temperature indicators as shelf life monitors of food products. J. Food Sci. 54:783-788.*
35. USDA. *National Shellfish Sanitation Program. Guide for the Control of Molluscan Shellfish 2003. Model Ordinance. IX. Transportation.*
36. Welby E. y McGregor, B. *Agricultural Export Transportation Handbook. (Agriculture Handbook 700). 2004. Agricultural Marketing Service, USDA. 148 p.*

