



Report: Estudio Sobre la Protección Térmica para Tarimas de Mango en Embarques con Carga Mixta

Preparado para: National Mango Board

Preparado para: Jean-Pierre Emond, Ph.D.
Melissa Germain, M.Sc.

Fecha: 25 de agosto de 2017

Resumen

La entrega de mango que cuenta con la mejor calidad posible requiere del control óptimo de la temperatura durante todo el proceso de distribución. La temperatura óptima de transporte para el mango es de aproximadamente 55°F (12.8°C). Por lo general, el mango se entrega a tiendas de autoservicio en contenedores refrigerados con carga mixta que contienen una gran diversidad de artículos alimentarios. La temperatura fija del contenedor se basa en un ajuste que pretende adecuarse a todos los productos que están siendo transportados, y se dicta generalmente por los productos agroalimentarios que requieren la temperatura más baja, que oscila alrededor de los 36°F (2.2°C). Muchos minoristas no aceptan embarques de mango que tienen temperaturas de pulpa por debajo de los 48°F (8.9°C). Las tarimas (paletas) de mango que se embarcan sin cubierta o forro no cuentan con suficiente protección térmica para los períodos normativos de transporte de 2 a 3 días.

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es brindarle a la National Mango Board un estudio exhaustivo sobre los forros de protección térmica para tarimas de mango que están comercialmente disponibles y que se transportan en contenedores remolques refrigerados con cargas mixtas. Para cumplir el objetivo principal, asimismo, se deben cumplir sub-objetivos que nos permitirán entender cómo los diversos forros de tarima pueden servir como protección térmica para la carga, y determinar las áreas críticas en una paleta que podrán ser la causa de excursiones térmicas.

Este proyecto estudió el nivel de protección térmica de cuatro forros de tarima que están comercialmente disponibles. Los forros se sometieron a prueba con y sin base. Se sometieron a prueba dentro de una cámara de temperatura ambiental con una temperatura de 2.2°C (36°F). Se tomó nota de las temperaturas en 23 lugares en toda las áreas de cada tarima para poder brindar un perfil completo de la distribución térmica. Se midieron las temperaturas de la

pulpa de mango a fin de obtener una idea realista de su temperatura, ya que puede diferir por varios grados. Asimismo, se midió la temperatura del aire y la humedad relativa debajo de los forros de tarima.

Sub-objetivo 1: Medir el nivel de la distribución de la temperatura en todas las áreas de una tarima que no tiene la protección térmica a fin de brindar una base de referencia comparativa. La tarima de mango sin cubierta se expuso a una temperatura constante de 2.2°C (36°F).

Sub-Objetivo 2: Medir el nivel de la distribución de la temperatura y de la protección térmica de cuatro forros de tarima comercialmente disponibles sin protección en la base. Las tarimas cubiertas fueron expuestas a una temperatura constante de 2.2°C (36°F).

Sub-Objetivo 3: Medir el nivel de la distribución de la temperatura y de la protección térmica de cuatro forros de tarima comercialmente disponibles con protección en la base. Las tarimas del mango cubiertas fueron expuestas a una temperatura constante de 2.2°C (36°F).

Sub-Objetivo 4: Análisis de las áreas críticas en toda la tarima donde el nivel de protección térmica tiene un rendimiento deficiente.

Método

Se adquirieron dos tarimas de mango de la variedad Kent de GM Produce Sales en Hidalgo, Texas. El mango se recogió el día 5 de julio de 2017 de la empresa G.P.I en la ciudad de Tampa, FL. Las tarimas medían 40x48x64 pulgadas (1x1.2x1.6 m). Teníamos 14 capas de altura que contenían quince cajas por hilera. Cada caja contenía 10 mangos y pesaba aproximadamente 9 libras (4 kg) por caja.

Se midieron las temperaturas de la pulpa de mango en 23 lugares adentro de

cada tarima para brindar un análisis completo de distribución de temperatura. Los lugares incluyeron las 8 esquinas, 6 facetas, y 9 puntos internos, consulte las Figuras 1 y 2. El mango instrumentado yacía sobre las capas 1, 3, 7, 11 y 14. Además, la temperatura del aire y la humedad relativa se midieron por encima de las tarimas debajo del forro.

Figura 1: Diagrama de los Puntos de Sondeo Térmico en Todas las Esquinas y Facetas de la Tarima

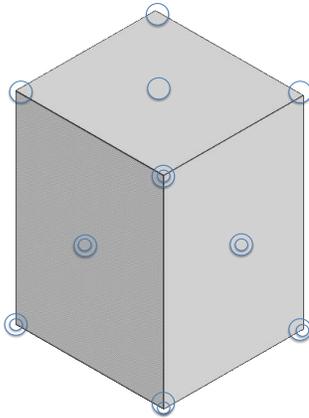
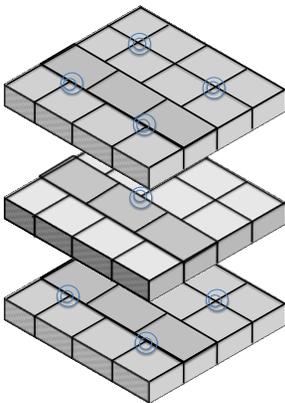


Figura 2: Diagrama de los Mangos Sometidos al Sondeo Térmico Adentro de la Tarima



Se insertaron sondas térmicas en la pulpa de mango a una profundidad de 1 pulgada (2.54 cm). Cada mango medido pesó aproximadamente 14.1 oz. (400 gramos). Se midió la temperatura de la pulpa con medidores de la marca HOBO® modelo U12 (*Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA*) que

cuentan con una precisión de $\pm 0.63^{\circ}\text{F}$ (0.35°C) y que estaban equipados con la sonda térmica, TMC6-HD (Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA) que cuenta con una precisión de $\pm 0.9^{\circ}\text{F}$ (0.5°C). La temperatura y la humedad del aire se midieron por debajo del forro con medidores marca HOBOb® modelo U12 (Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA), que cuentan con una precisión de $\pm 0.63^{\circ}\text{F}$ (0.35°C). Los medidores se calibraron con software HOBOWarePro® (Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA). Los medidores térmicos midieron la temperatura cada minuto.

Se utilizaron cámaras de temperatura ambiental para replicar condiciones ambientales semejantes que se observan durante el transporte de cargas mixtas. Una cámara ambiental Darwin (Darwin Chambers Company, St. Louis, MO, USA) con un rango de temperatura de 14°F a 131°F (-10°C a $+55^{\circ}\text{C}$) y un sensor de control de temperatura calibrado a $\pm 0.36^{\circ}\text{F}$ (0.2°C) se utilizó para realizar las pruebas. Se capturó la temperatura interna con medidores de la marca HOBOb® modelo U12 (Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA) que cuentan con una precisión de $\pm 0.63^{\circ}\text{F}$ (0.35°C).

Se utilizaron cuatro forros de tarima comercialmente disponibles: cubierta de carga DuPont™ Tyvek® W10, cubierta de carga DuPont™ Tyvek® W50, cubierta de embalaje de burbujas metalizada, y una cubierta de edredón blanco QProducts & Services (Qsales). Las especificaciones del forro se pueden consultar en el apéndice. Las tarimas de mango se acondicionaron adentro de las cámaras ambientales a una temperatura de 55°F (12.8°C) durante por lo menos 24 horas. Las pruebas se realizaron con dos tarimas a la vez. Los forros de tarima sometidas a prueba fueron colocados en cada tarima y posteriormente expuestas a la cámara a una temperatura fija de 36°F (2.2°C) durante 72 horas. En el caso de cada cubierta sometida a prueba, se realizó una segunda prueba con protección en la base. Para esos efectos, se tuvo que dismantelar y reconstruir cada tarima.

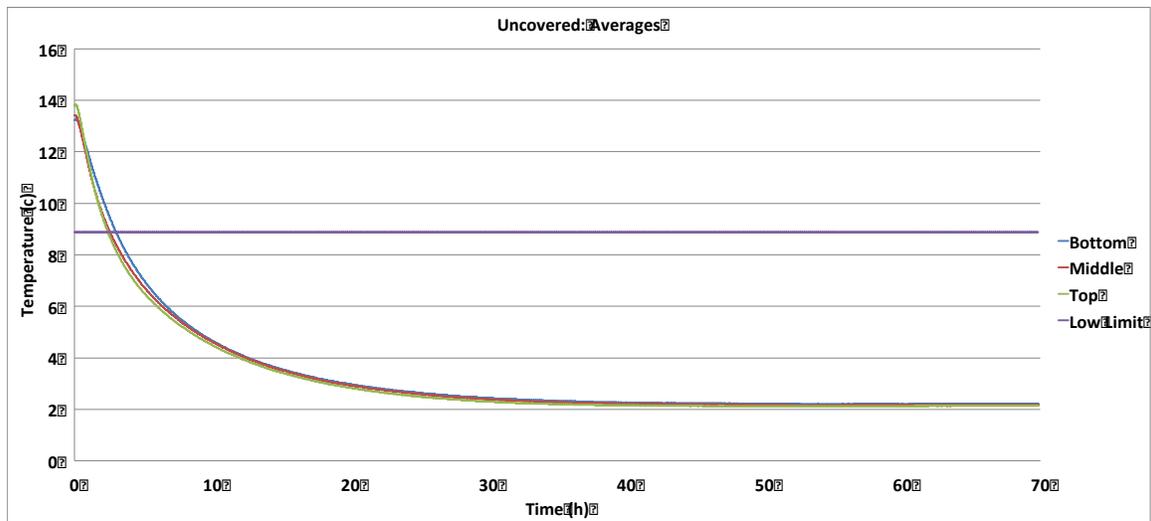
Resultados

La gráfica de resultados que aparece en los sub-objetivos enumerados a continuación demuestra el promedio de la distribución de la temperatura dentro de cada tarima. El promedio de la parte inferior está constituido por las capas 1 y 3. La capa de en medio es la número 7. La parte superior está compuesta por las capas 11 y 14. Los promedios se eligieron con la finalidad de destacar los cambios en la temperatura, sin embargo, el conjunto de datos completo se podrá consultar en el apéndice.

Sub-Objetivo 1

Una tarima de mango no cubierta se sometió a prueba con la finalidad de determinar un punto de referencia para el rendimiento de la temperatura. El promedio de la distribución de la temperatura dentro de la tarima de mango sin cubierta se puede observar en la Figura 3, que aparece a continuación. La temperatura de la pulpa de mango cayó por debajo de los 48°F (8.9°C) para las 2.1 horas. El punto ubicado en el lugar interno más céntrico dentro de la tarima tomó siete horas para enfriarse por debajo del límite inferior del umbral.

Figura 3: Promedio de los Resultados de la Temperatura en la Tarima de Mango Sin Cubierta



Sub-Objetivo 2

Todas las cuatro tarimas que se sometieron a prueba con cubierta que no tenían base alcanzaron temperaturas más frías en la parte inferior de la tarima comparado con las secciones de en medio y las superiores. Ninguna de las tarimas pudo mantener una temperatura por encima de los 48°F (8.9°C) durante un período mayor a las 10 horas en el mango situado en la sección inferior de cada tarima. El embalaje de burbujas metalizado con base y el forro W10 sin base rindieron resultados térmicos semejantes, consulten las Figuras 4 y 5. Ninguno de los dos pudo mantener la temperatura promedio en la sección media por encima de los 48°F (8.9°C) durante un período mayor a las 21 horas. De promedio, las secciones superiores alcanzaron el límite inferior después de 26 a 27 horas.

Figura 4: Promedio de los Resultados de la Temperatura del Embalaje de Burbujas Metalizado Sin Base

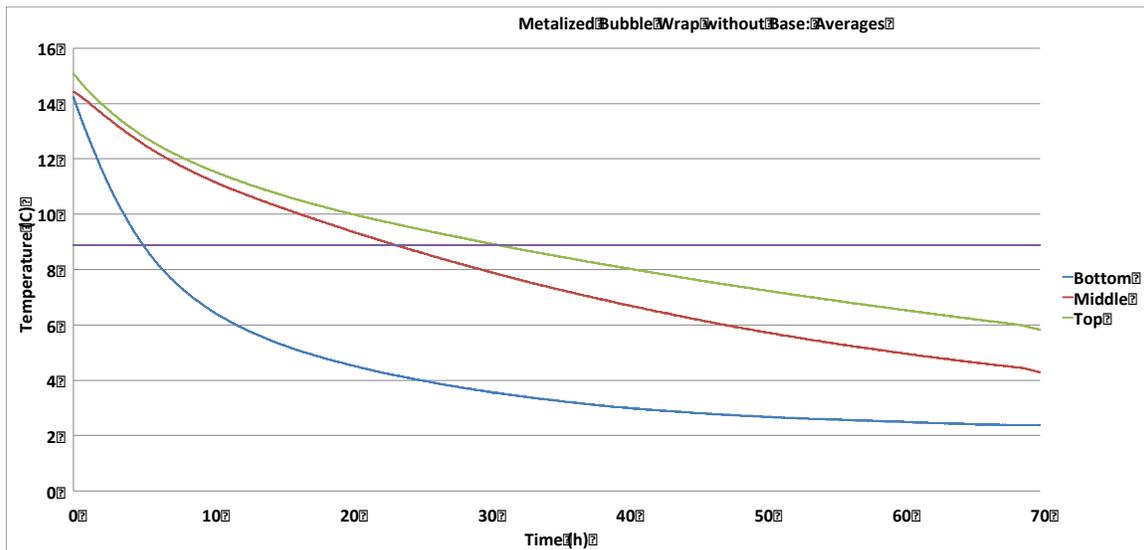
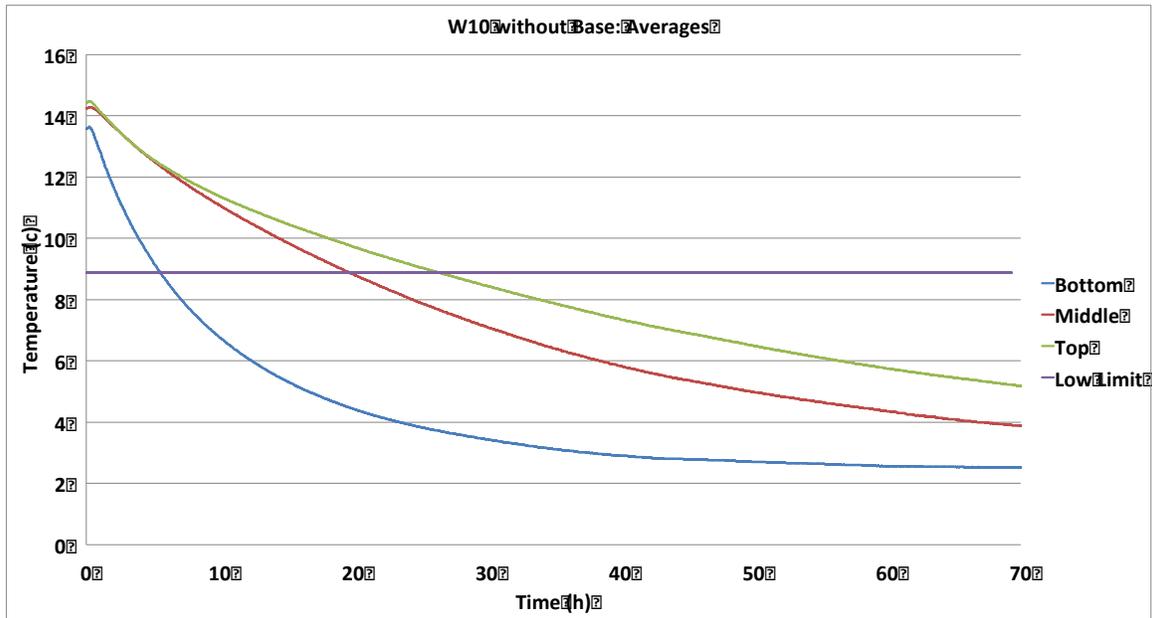


Figura 5: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta W10 Sin Base



La cubierta de embalaje de burbujas metalizado sin base y el forro W10 sin base registraron diferencias. El embalaje de burbujas metalizado registró una humedad relativa por encima del 95% y el W10 registró una humedad relativa del 85%. La tarima cubierta con el embalaje de burbujas metalizado acumuló una cantidad significativa de condensación en las cajas y en el mango, lo cual puede provocar una putrefacción más rápida y causar el desarrollo de moho, vean la Figura 6. La tarima cubierta con el W10 aparentemente permitió la evaporación del vapor de agua, lo cual resultó en que el mango se mantuviera más seco con menos acumulación de agua libre.

Figura 6: Condensación en el Mango y en las Cajas debajo de la Cubierta de Embalaje de Burbujas Metalizado



La cubierta de edredón blanco Qsales mantuvo la temperatura promedio de la sección de en medio por encima de 48°F (8.9°C) durante 26.6 horas. La sección superior alcanzó el límite inferior después de un promedio de 58.1 horas, Figura 7. La W50 mantuvo la temperatura promedio de la sección de en medio por encima de los 48°F (8.9°C) durante 45.2 horas. La sección superior alcanzó el límite inferior después de un promedio de 66 horas, Figura 8.

Figura 7: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta de Edredón Blanco Qsales Sin Base

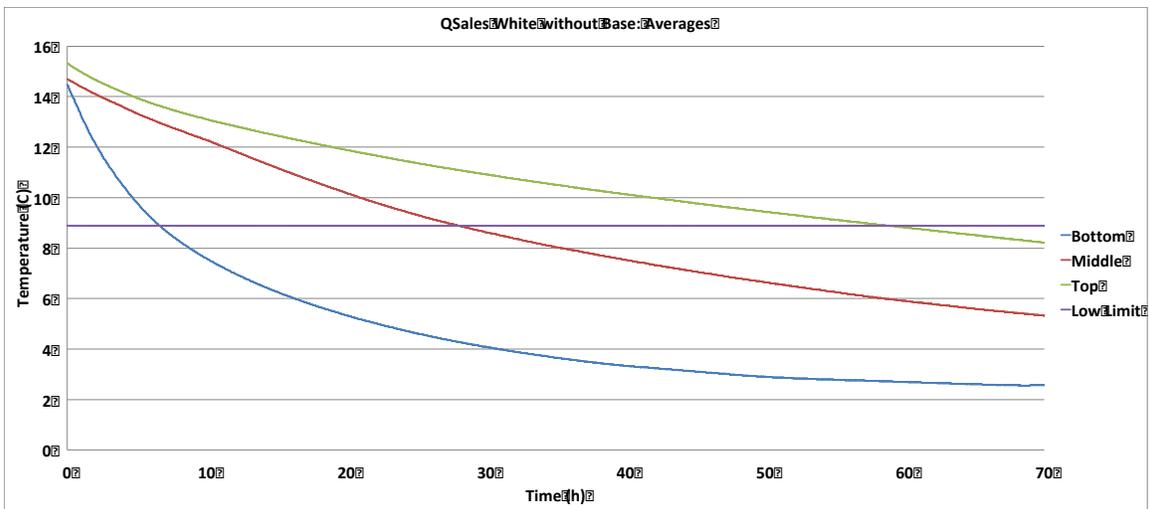


Figura 8: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta W50 Sin Base

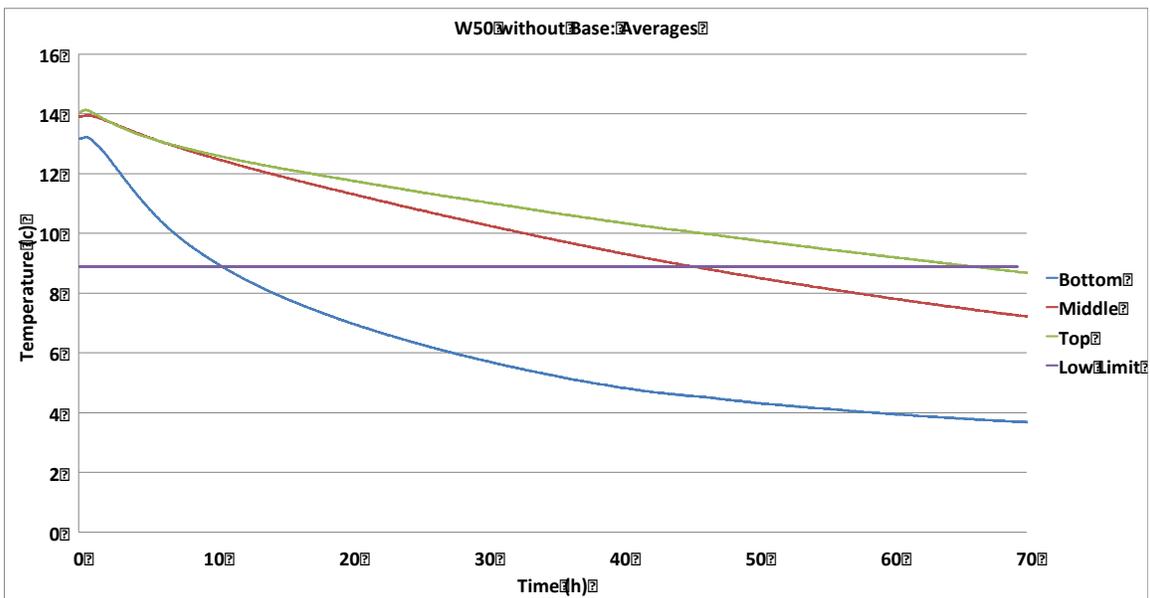


Tabla 1: Tiempo Promedio (horas) por Sección de Tarima para Alcanzar una Temperatura de 48°F (8.9°C)

Sección de Tarima	Embalaje de Burbujas Metalizado Sin Base	Cubierta de Edredón Blanco Qsales Sin Base	W10 Sin Base	W50 Sin Base	Sin Cubierta
Inferior	4.1	6.5	5.2	10.3	2.8
Medio	21.3	27.8	20.2	45.1	2.3
Superior	28.1	58	27.4	66.1	2.3

Sub-Objetivo 3

En las cuatro tarimas, las cajas de mango situadas en la sección inferior de cada tarima no registraron una mejora térmica significativa al comparar las pruebas realizadas con base con las pruebas realizadas sin base. Las temperaturas de las cajas de mango situadas en la sección inferior sólo duraron un promedio de 3.5 horas más en alcanzar los 48°F (8.9°C) con la adición de una base. El embalaje de burbujas metalizado con base y el forro W10 con base registraron rendimientos térmicos semejantes a las pruebas realizadas sin base. De promedio, entre todas las secciones de la tarima se observó una mejora de 1.3 horas con el embalaje de burbujas metalizado y una de 1.9 horas con la W10. La cubierta de embalaje de burbujas metalizado con base y el forro W10 con base le brindaron protección térmica a los 2/3 superiores de la tarima durante aproximadamente 25.2 horas, Figuras 9 and 10.

Figura 9: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta de Embalaje de Burbujas Metalizado con Base

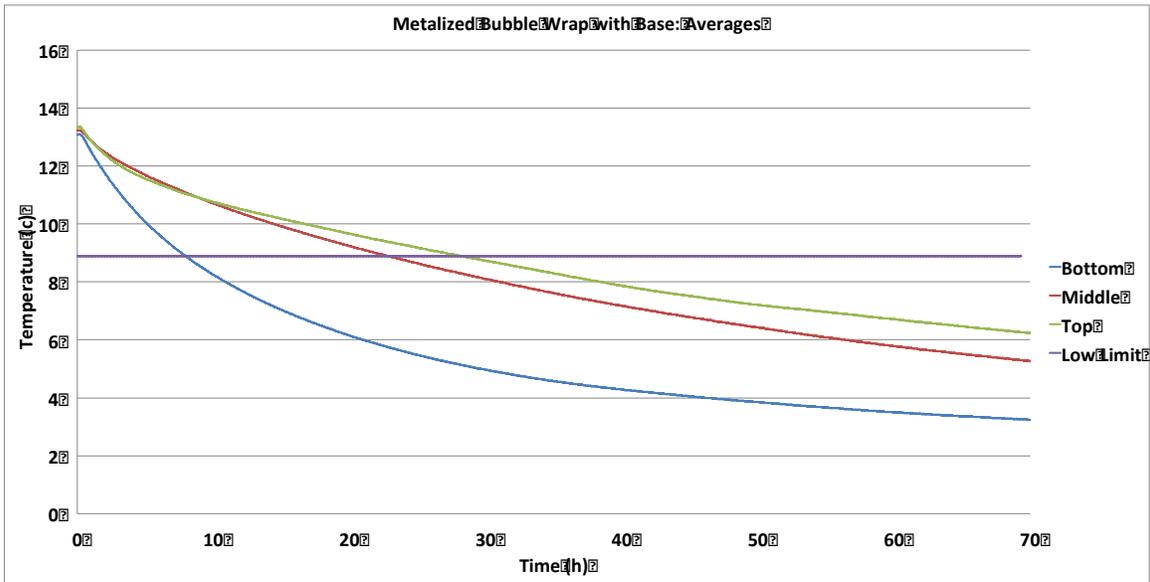
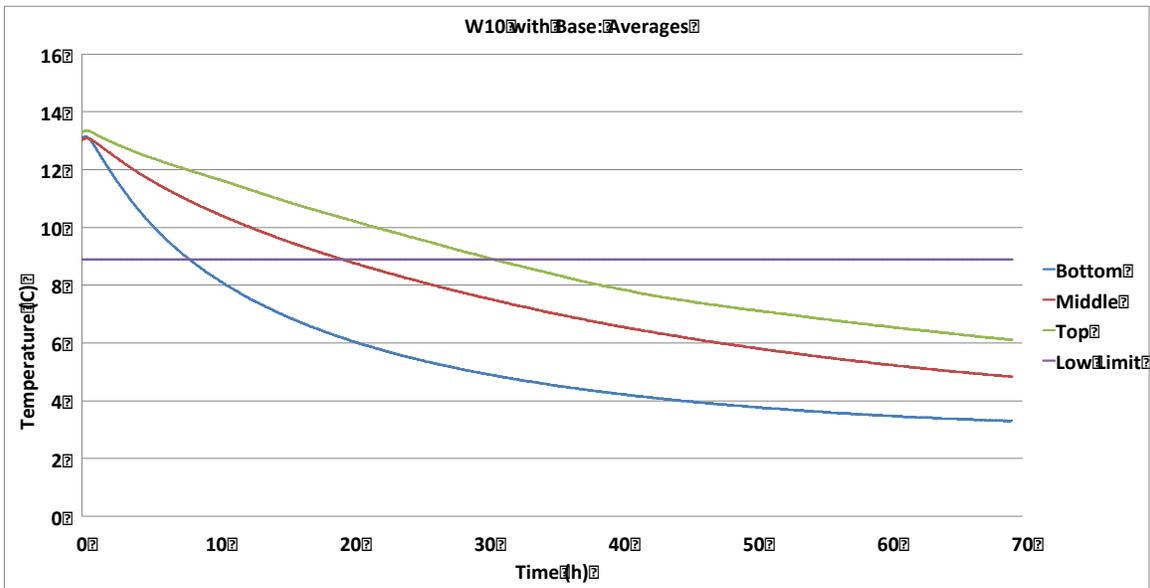


Figura 10: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta W10 Con Base



El embalaje de burbujas metalizado con base tenía una humedad relativa completamente saturada, y el forro W10 con base tenía una humedad relativa del 85%. La tarima cubierta con el embalaje de burbujas metalizado tenía una cantidad significativa de condensación en las cajas y en el mango, lo cual puede

provocar una putrefacción más rápida y causar el desarrollo de moho, Figura 11. Se acumuló agua en la base de la tarima. La tarima cubierta con la W10 permitió la evaporación del vapor de agua, lo cual resultó en que el mango se mantuviera más seco con menos condensación.

Figura 11: Condensación en el Mango y en las Cajas con la Cubierta de Embalaje de Burbujas Metalizado con Base



La añadidura de una base prolongó el mantenimiento de la temperatura en las tarimas de prueba con el edredón blanco Qsale o con el forro W50. De promedio, entre todas las secciones de la tarima se observó una mejora de 4.2 horas con el forro de edredón blanco Qsale con base y 5.9 horas con el forro W10 con base. La sección de en medio del forro de edredón blanco Qsale con base duró 36.7 horas, mientras que el forro W50 con base duró 54.1 horas. La sección superior del forro de edredón blanco Qsale con base duró 58.8 horas, mientras que el forro W50 con base duró 70 horas. La cubierta W50 con base permitió que los 2/3 superiores de la tarima permanecieran arriba de los 48°F (8.9°C) por un promedio de 62 horas, lo cual permitió el período de transporte de 2 días, consulte las Figuras 12 y 13.

Figura 12: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta de Edredón Blanco Qsales Con Base

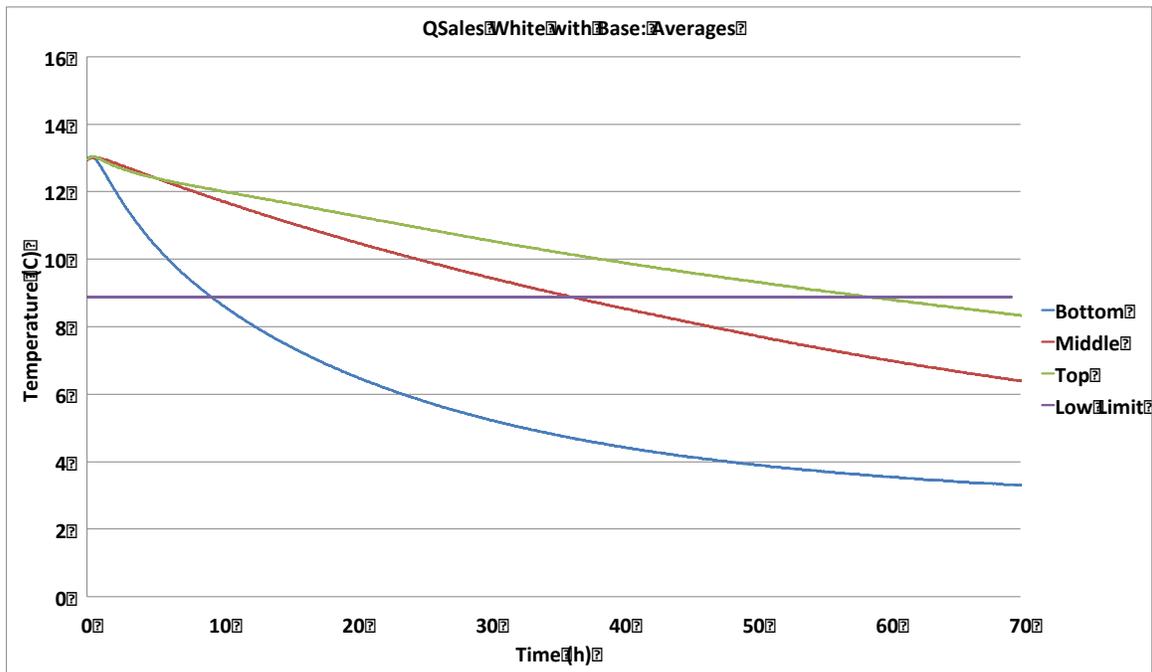
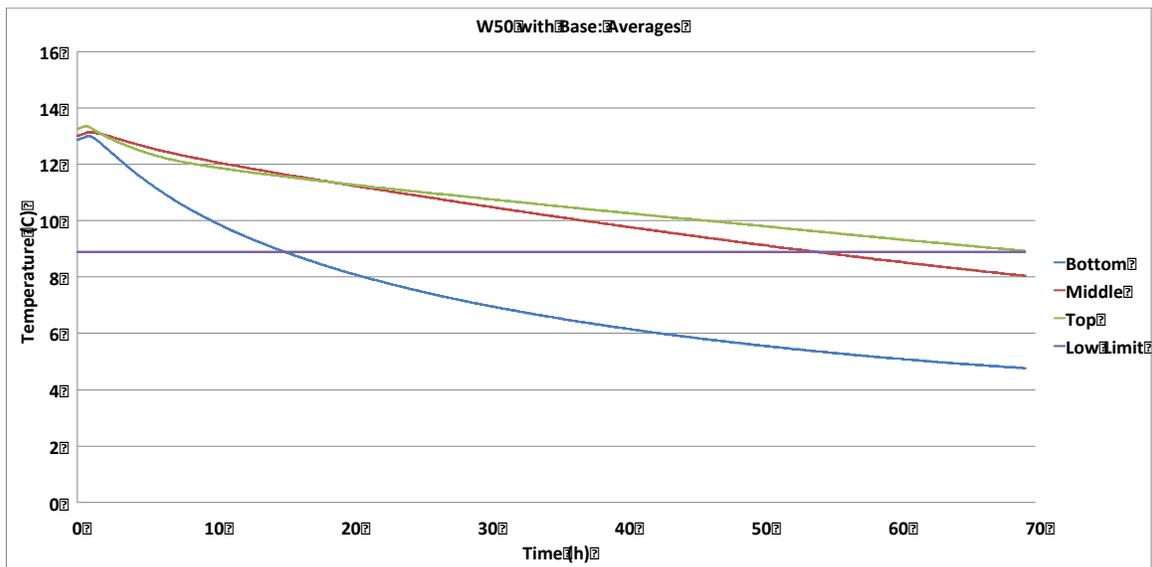


Figura 13: Promedio de los Resultados de la Temperatura de la Cubierta W50 Con Base



La humedad relativa que se observó debajo del forro de edredón blanco Qsale con base se midió a 95%, sin embargo, el material del forro permitió la absorción del agua libre, lo cual produjo menos agua en el mango que la que se observó en otras pruebas con el forro de edredón blanco Qsale o la de embalaje de burbujas metalizado. La cubierta W50 con base registró la menor humedad relativa de todas los forros sometidas a prueba con el 80%. No se observó condensación en el mango cubierto con el forro W50 con base.

Tabla 2: Tiempo Promedio (horas) por Sección de Tarima para Alcanzar los 48°F (8.9°C)

Sección de Tarima	Embalaje de Burbujas Metalizado Con Base	Edredón Blanco Qsales Con Base	W10 con Base	W50 con Base	Sin Cubierta
Inferior	7.5	9.5	7.75	15	2.8
Medio	22.4	36.7	19.45	54.1	2.3
Superior	27.6	58.8	31.35	70	2.3

Las Figuras 14 a la 18 presentan la distribución tridimensional de la temperatura en una tarima de mango utilizando una cubierta térmica con fondo al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.

Figura 14: Representación de la distribución tridimensional de la temperatura en una tarima de mango y código colorimétrico de la temperatura.

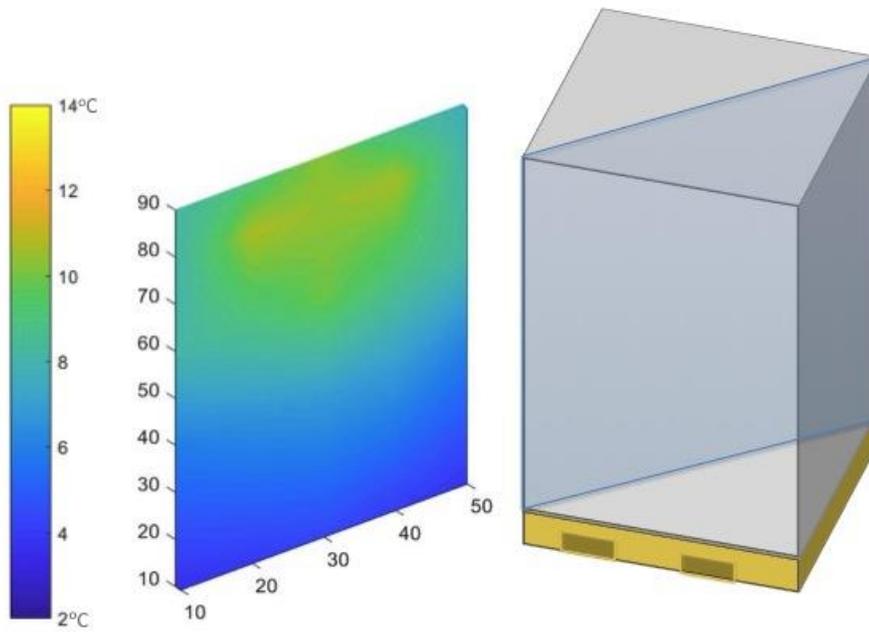


Figura 15: Distribución tridimensional de la temperatura en una tarima de mango utilizando el forro térmica Dupont W10 con fondo al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.

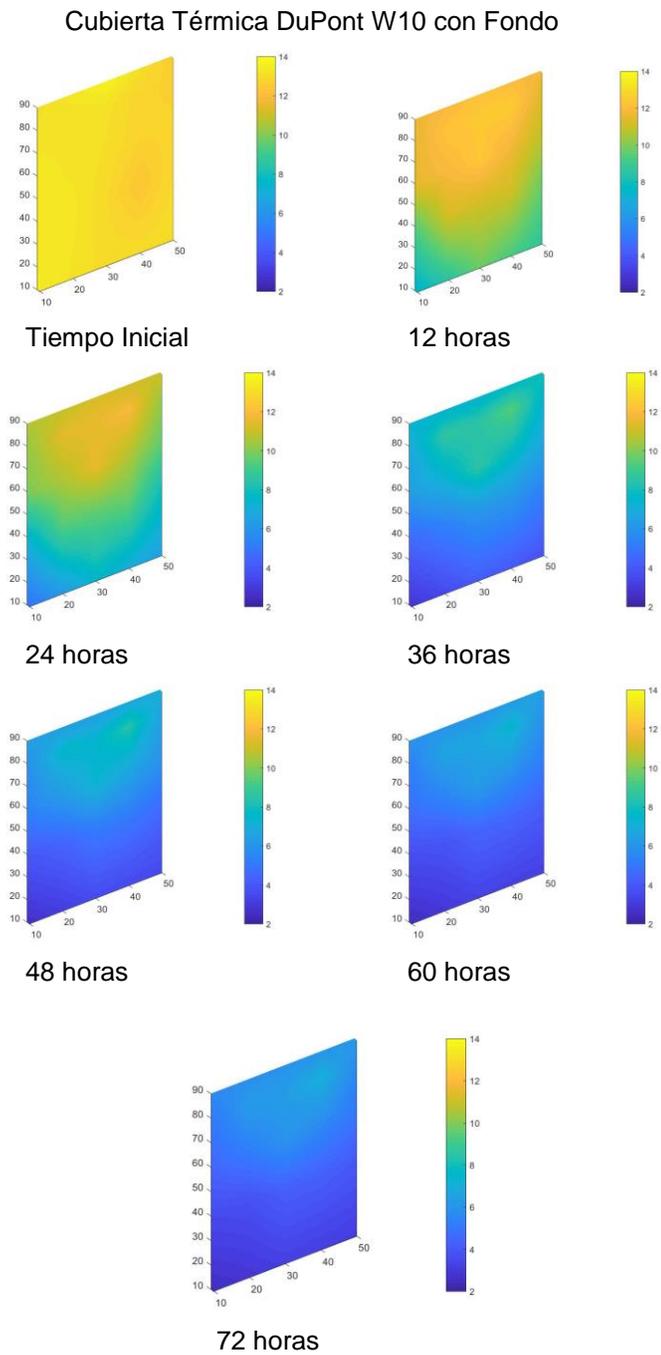


Figura 16: Distribución tridimensional de la temperatura en una tarima de mango utilizando el forro térmica Dupont W50 con fondo al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.

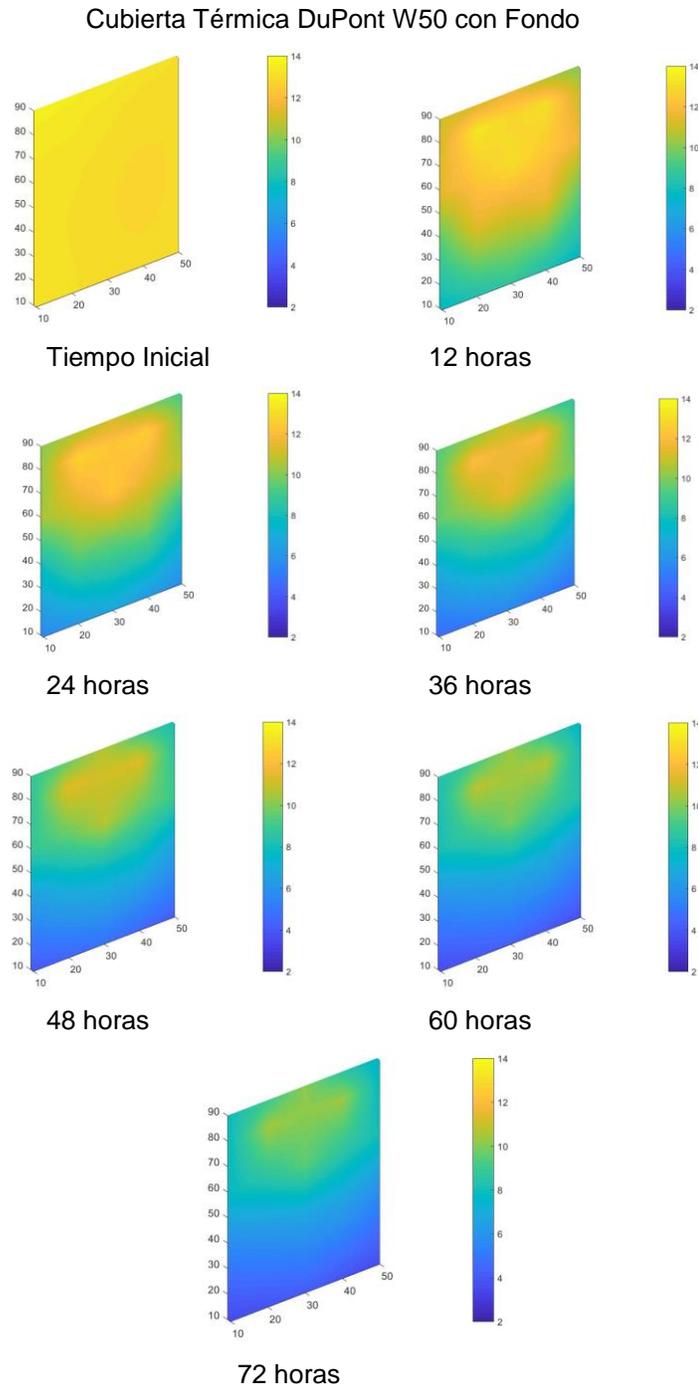


Figura 17: Distribución tridimensional de las temperaturas en una tarima de mango con forro térmico de embalaje de burbujas con fondo al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.

Cubierta Térmica de Embalaje de Burbuja con Fondo

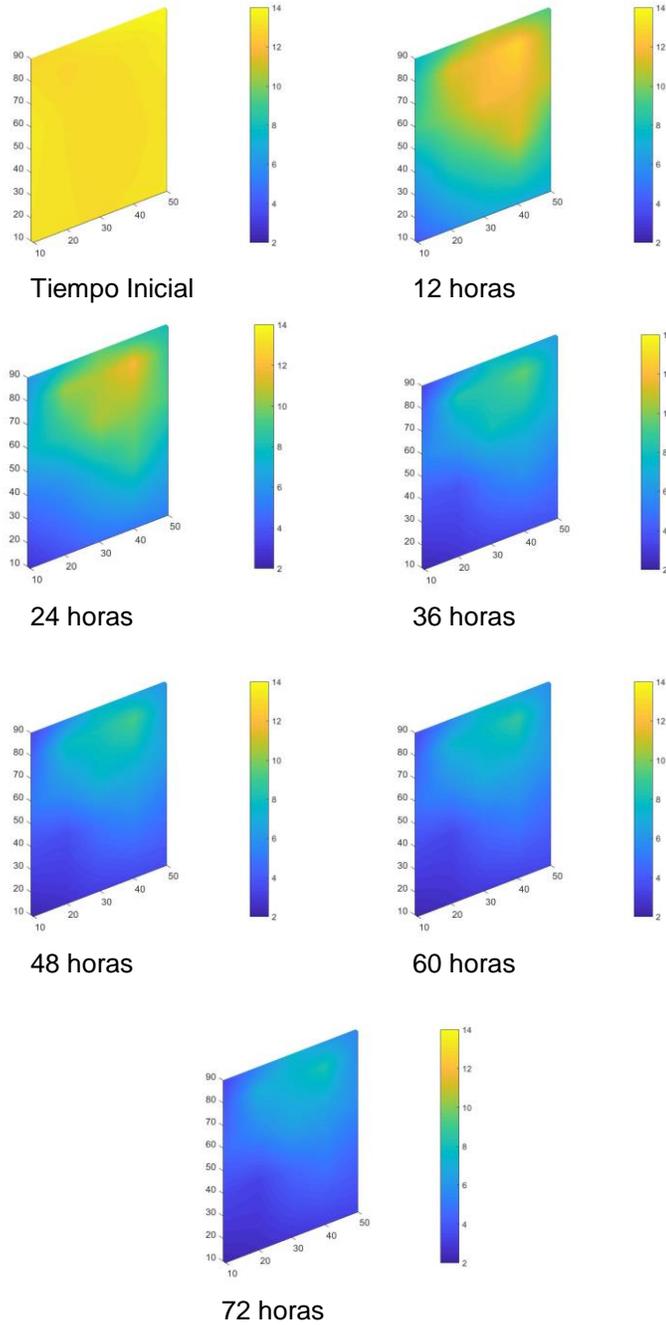
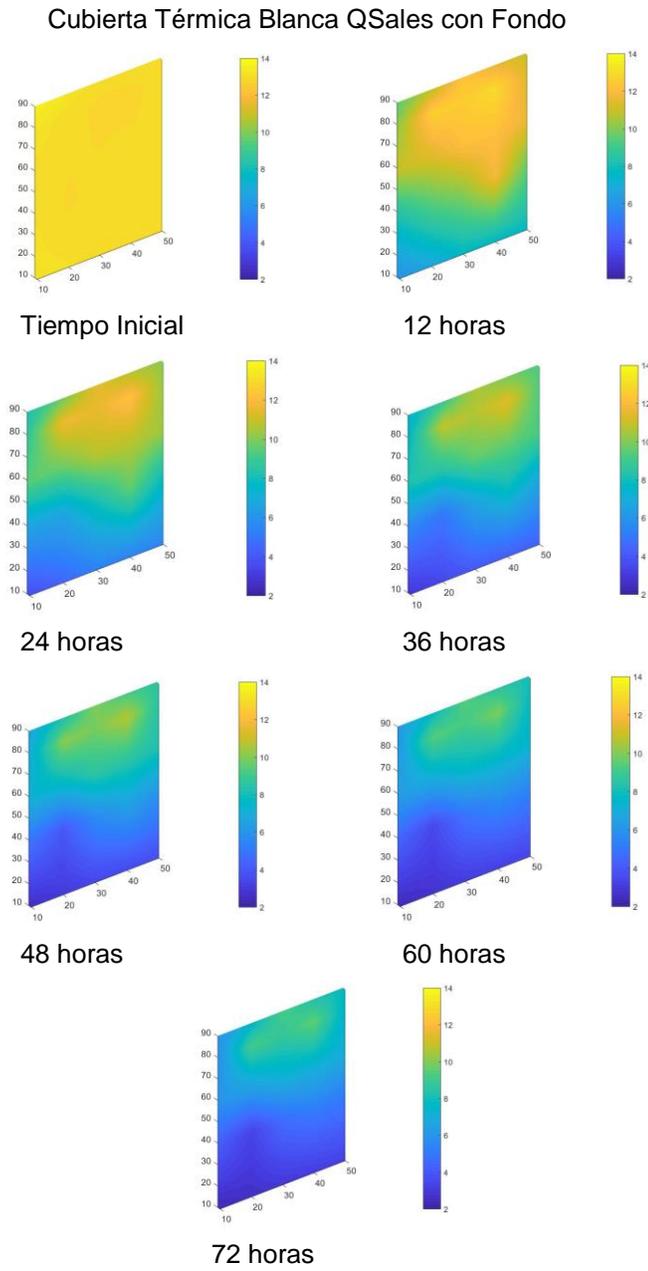


Figura 18: Distribución tridimensional de la temperatura en una tarima de mango utilizando el forro de edredón blanco Qsales con fondo al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.



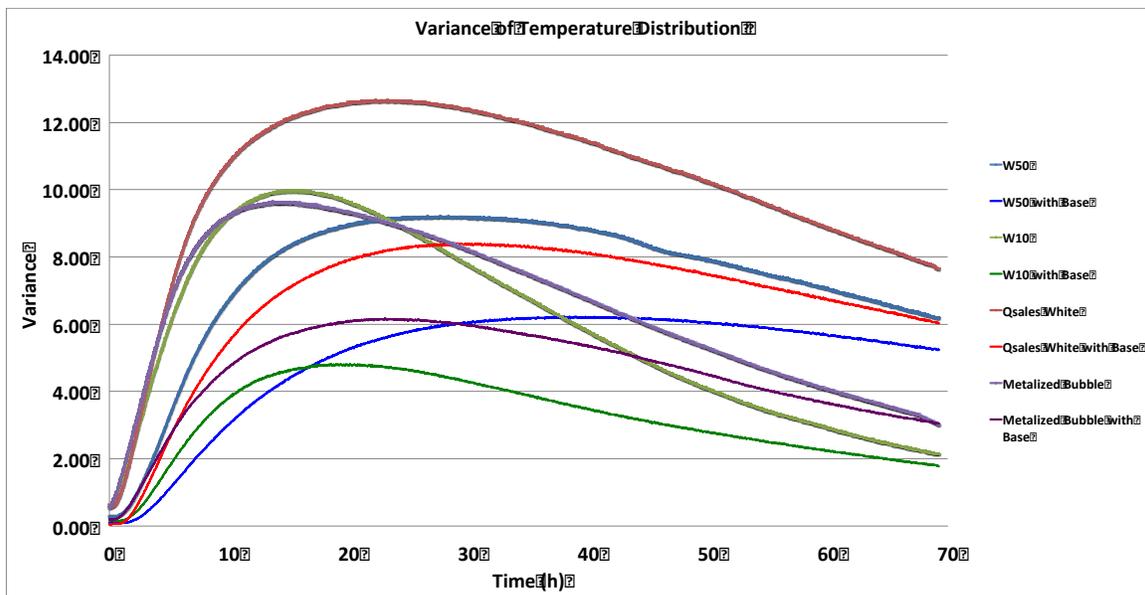
Sub-Objetivo 4

En todas las tarimas sometidas a prueba, el área más crítica para desviaciones en las temperaturas frías fue en las cajas situadas cerca del fondo de la tarima. Las secciones superiores de las tarimas registraron las temperaturas más cálidas. Para poder realizar una comparación adecuada de la eficacia de cada tipo de cubierta, las tarimas se acomodaron en la cámara ambiental con brechas de aire en las 6 facetas. Ninguna de las pruebas permitió que las tarimas se tocaran entre sí o las paredes, de modo que los datos de las temperaturas generalmente fueron consistentes en todos los lados. Sin embargo, en la vida real las tarimas de un embarque pueden tocar las paredes y otras tarimas. Los puntos críticos para la medición de las temperaturas se colocarían en las facetas expuestas a las brechas de aire o en facetas que tocan paredes u otras tarimas que contienen artículos fríos. Para detectar la presencia de lesión por frío, sería mejor realizar pruebas del mango situado en el nivel inferior de la tarima.

En todas las tarimas sometidas a prueba, la adición de una base creó una distribución más uniforme de las temperaturas. Las distribuciones uniformes de las temperaturas pueden resultar en un nivel más consistente de calidad en el mango en todas las áreas de la tarima. Por ejemplo, el mango situado en el nivel superior de la tarima presentaría una mayor probabilidad de tener una vida de anaquel semejante a la del mango acomodado en el centro. La Figura 14 de abajo indica la variabilidad de cada tipo de cubierta, midiendo la dispersión y las distribuciones de las temperaturas. La cubierta W50 registró la menor diferencia, lo cual brindaría la distribución de temperatura más consistente si se utiliza con o sin base, y proporcionaría la mejor protección térmica. El forro de edredón blanco Qsales sin base registró la diferencia de temperatura más amplia en todas las áreas de la tarima, por lo tanto brindaría la distribución de temperatura más inconsistente. El forro W10 con base y embalaje de burbuja metalizado registró buenos resultados de distribución de la temperatura, sin embargo, no brindó una protección adecuada para el mango con respecto al estrés térmico. Los forros con baja variabilidad de temperatura servirían para brindar pruebas

más eficientes de control de calidad, ya que el nivel de la calidad del mango sería semejante en todas las áreas de la tarima. El nivel de calidad podría ser bueno o malo dependiendo de todas las demás variables.

Figura 19: Variabilidad de la Distribución de las Temperaturas que Indica la Consistencia del Nivel de la Calidad del Mango



Los resultados de las pruebas han demostrado que todos los forros sometidos a prueba, tanto con y sin base, no protegen plenamente la capa inferior del mango de llegar a temperaturas por debajo de los 48°F (8.9°C) durante 48 horas. Es de suponerse que un aislante no comprimible, como el poliestireno, podría agregarse entre la caja de mango situada en el fondo y la tarima para reducir el tiempo en el que la capa inferior alcanza los 48°F (8.9°C). La factibilidad de esta adición tal vez no sea tan realista, pero podría ayudar a reducir el flujo de aire frío.

Discusión

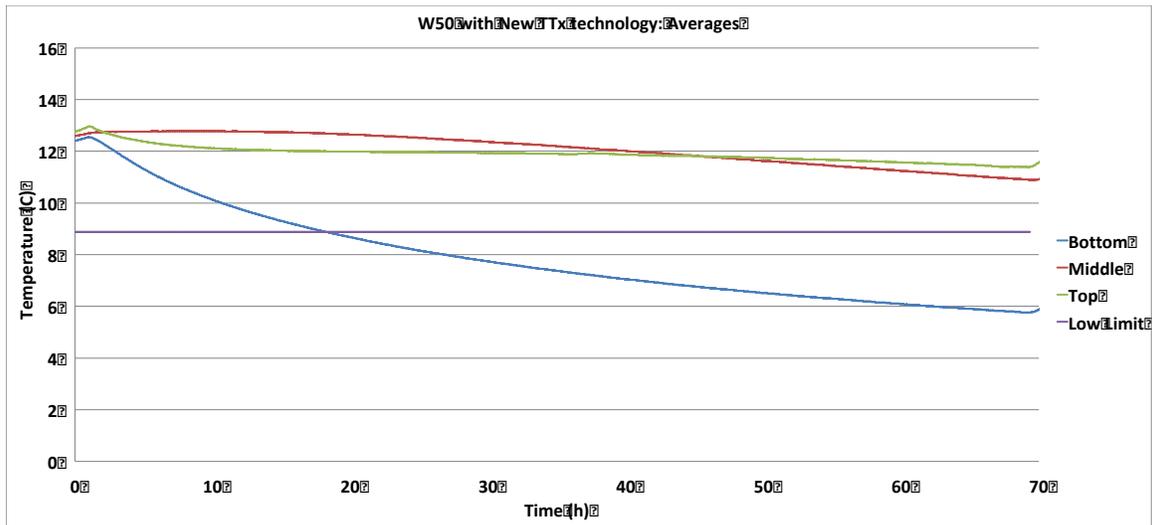
El uso de una base con cualquiera de los forros sometidos a prueba brindó una mejor protección térmica comparado con las tarimas que se sometieron a prueba sin base. Es de suponerse que la causa de esto se debió a la producción de calor del mango. El uso de una base permitió que el calor permaneciera contenido dentro de la tarima por más tiempo. A diferencia de las tarimas sin base, en las que el flujo de aire pudo penetrar el mango con mayor facilidad y rapidez, causando que la temperatura bajara en forma más rápida. Asimismo, el uso de una base redujo la variabilidad en las diferencias de temperatura en todas las áreas de la tarima. Las temperaturas consistentes en todas las áreas de la tarima pueden correlacionarse a niveles más consistentes en la calidad del mango. Sin embargo, el uso de una base fue una desventaja para el forro de embalaje de burbujas metalizado a raíz de que no era respirable, lo cual permitió la acumulación significativa de condensación en el mango, el remojo de las cajas, y la acumulación de agua en la sección inferior de la tarima.

Los efectos visibles de la lesión por frío intensifican con la exposición prolongada a bajas temperaturas. El W50 con base pudo proteger los 2/3 superiores de la tarima de las temperaturas por debajo de los 48°F (8.9°C) durante un promedio de 62 horas. Aunque la sección inferior registró temperaturas por debajo de los 48°F (8.9°C), la exposición pudo haber causado una menor severidad de lesión por frío ya que el mango registró temperaturas arriba de los 44°F (6.5°C) durante 24 horas. Una temperatura fría menos extrema y una exposición de duración más corta, comparado con otras tarimas sometidas a prueba, puede resultar en un menor índice de lesión por frío. Cualquier tarima que haga contacto directo con una superficie fría, como la pared de un contenedor o una tarima adyacente más fría, podría dar lugar a que el mango se enfríe demasiado. Se recomienda que las tarimas de mango no hagan contacto con las paredes del contenedor o con otras tarimas, y que en su lugar se incluya una brecha de aire.

Los resultados de las pruebas demostraron que el W50 con base fue la mejor opción en términos de protección térmica y protección contra la humedad.

Por lo tanto, se sometió a pruebas adicionales para poder mejorar aún más el rendimiento del forro. Un nuevo prototipo de tecnología de envoltura TTx, proporcionado por Illuminate se colocó debajo del W50 para asistir en la distribución de la temperatura. La protección térmica se optimizó mediante el uso del calor generado por el mango para ayudar a mantener una temperatura más cálida en las secciones inherentemente más frías de la tarima. Los resultados de las pruebas demostraron que los 2/3 superiores de la tarima nunca registraron temperaturas por debajo de los 52°F (11°C) durante todo el período de prueba de 72 horas, como se puede ver en la Figura 15. La sección inferior permaneció arriba de los 45°F (7°C) durante 48 horas y arriba de los 43°F (6°C) durante 72 horas. La mayor parte de la tarima permaneció dentro del rango deseado durante el período completo de 72 horas. La parte crítica del fondo registró una temperatura y período de exposición reducidos, lo cual con toda probabilidad resultó en un menor grado de lesión por frío. La combinación de la nueva tecnología y el W50 exhibieron los mejores resultados.

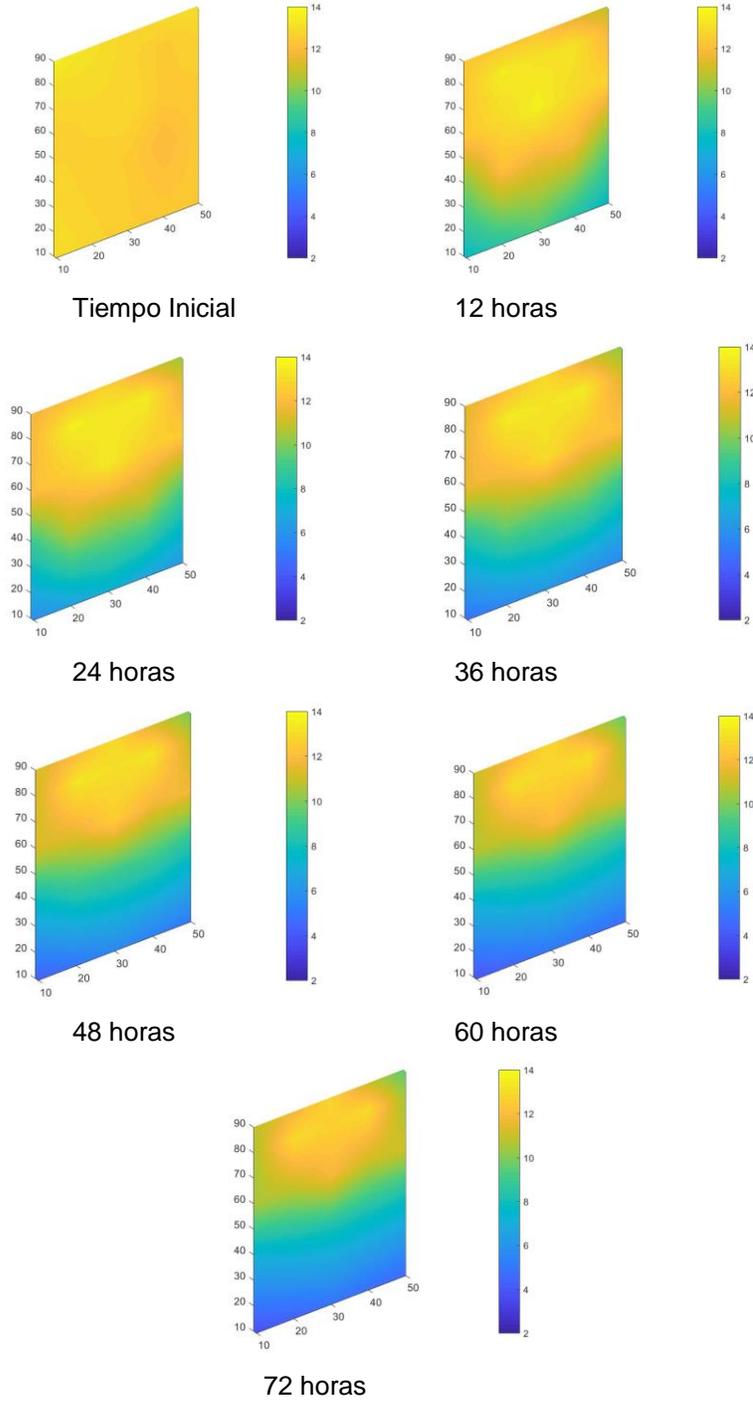
Figura 20: Promedio de los Resultados de la Temperatura del Forro W50 con Base Combinado con Tecnología Illuminate TTX



La Figura 21 presenta la distribución tridimensional de las temperaturas de una tarima de mango con forro térmico DuPont W50 y fondo combinado con envoltura de tecnología Illuminate TTX al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.

Figura 21: Distribución tridimensional de las temperaturas en una tarima de mango con forro térmico DuPont W50 con fondo combinado con la envoltura de la tecnología Illuminate TTx al exponerse a una temperatura de 36°F (2.2°C) durante 72 horas.

Forro Térmico DuPont W50 con Fondo + Tecnología TTxwrapping

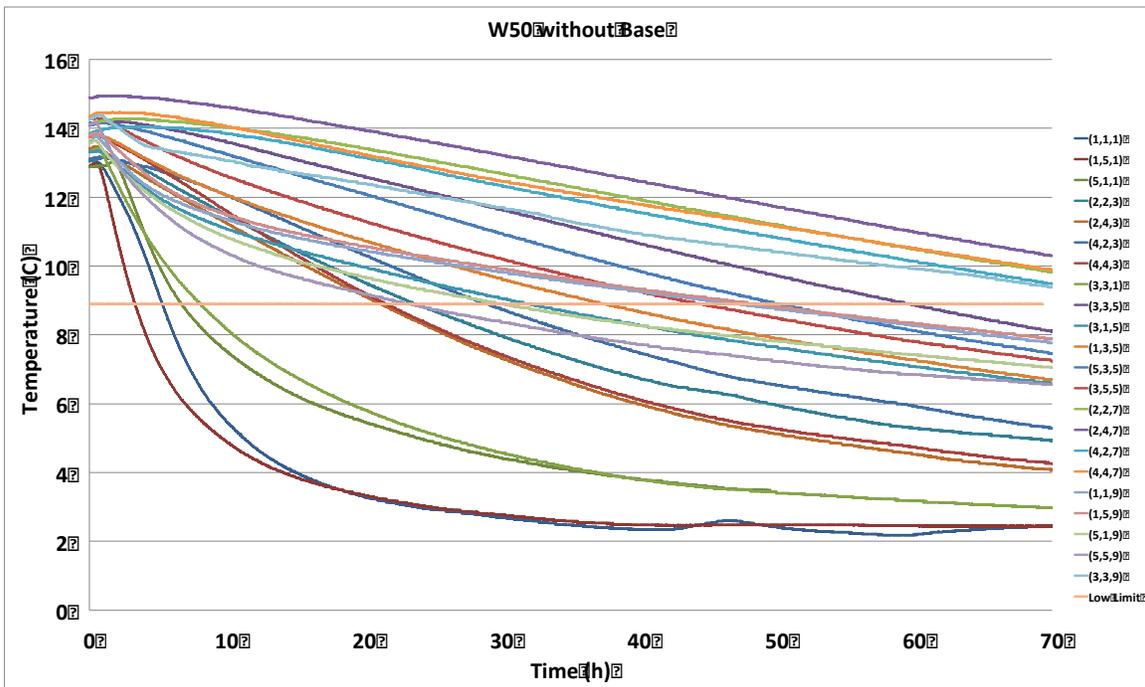
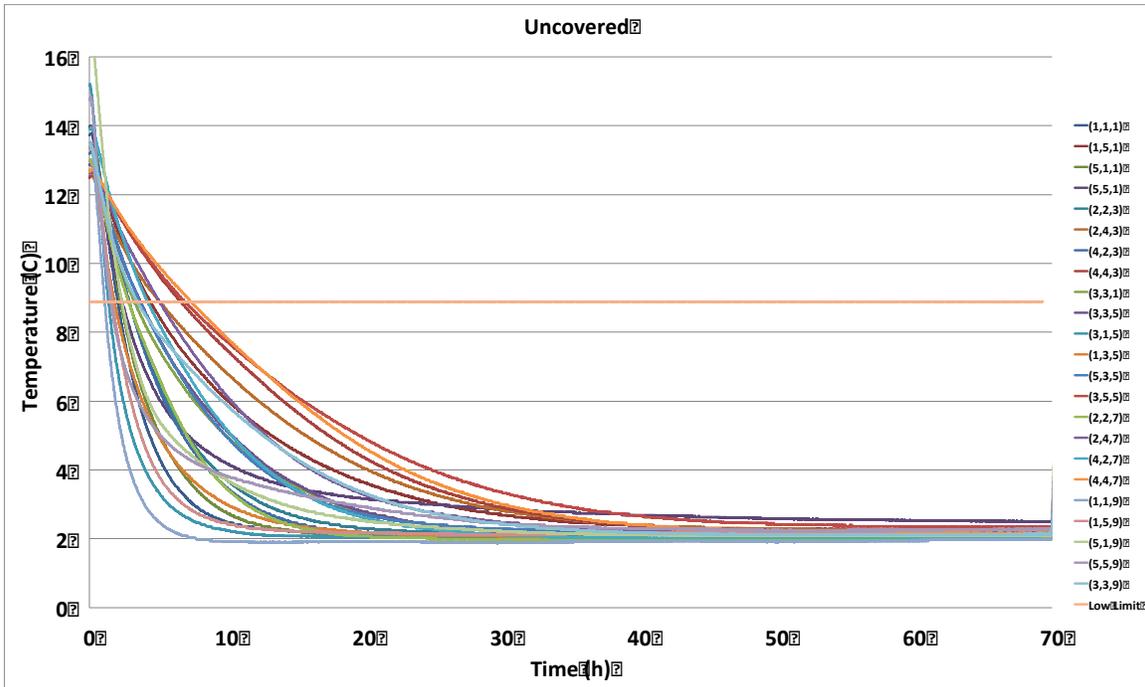


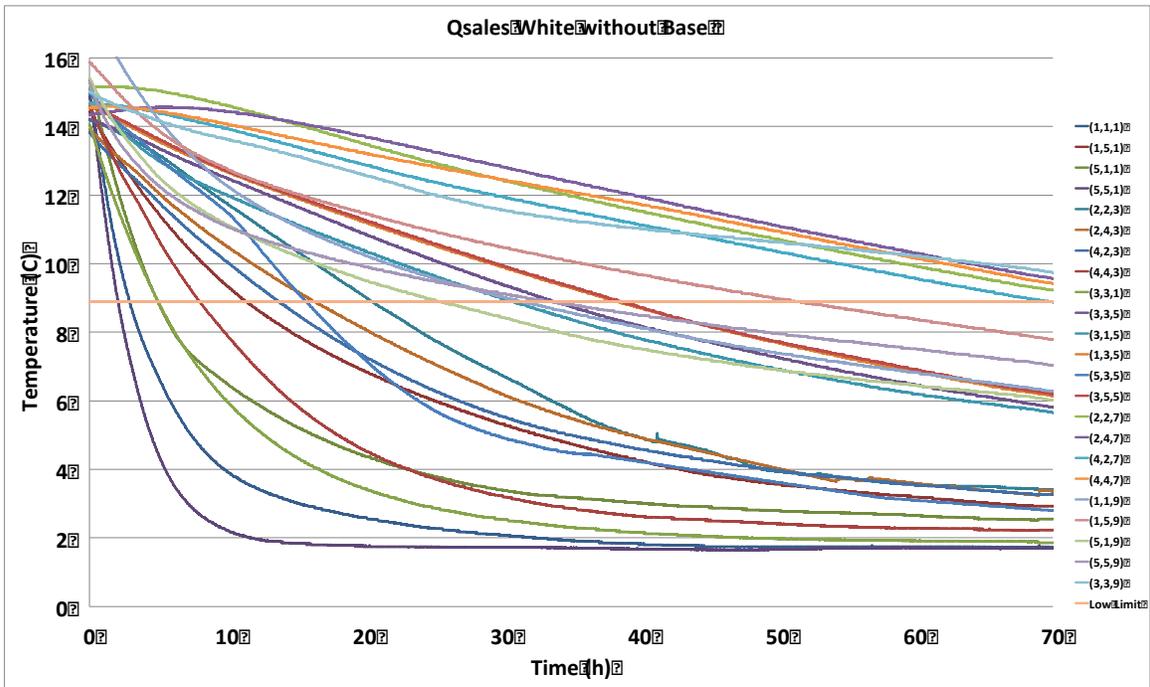
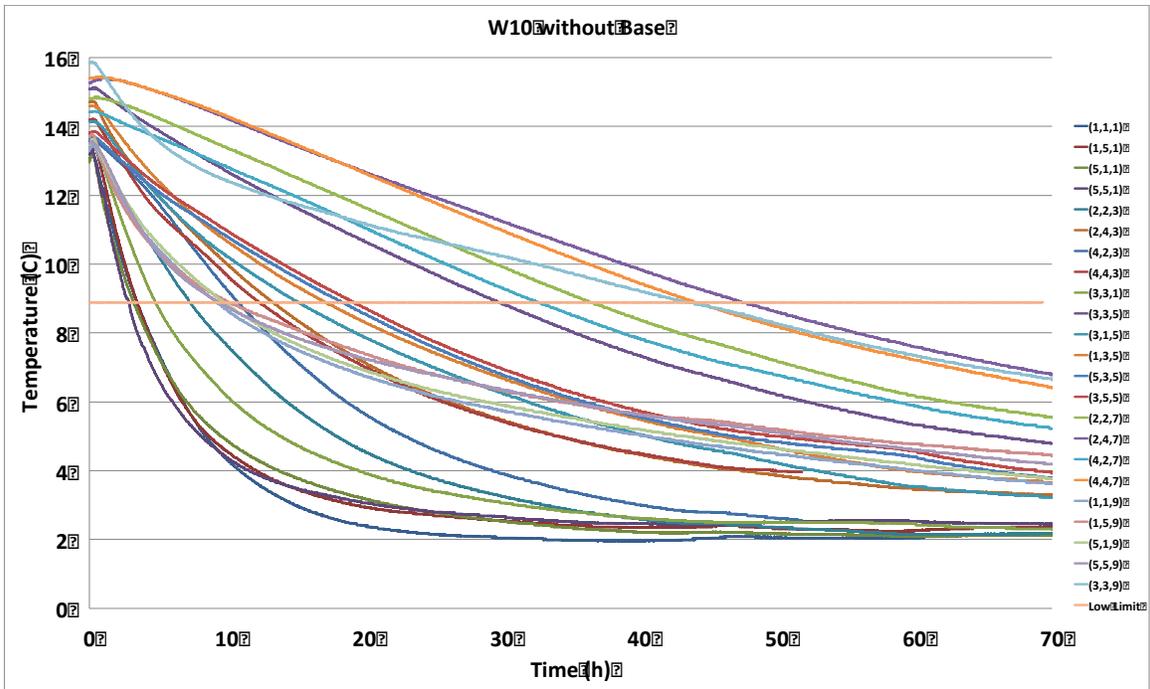
Conclusión

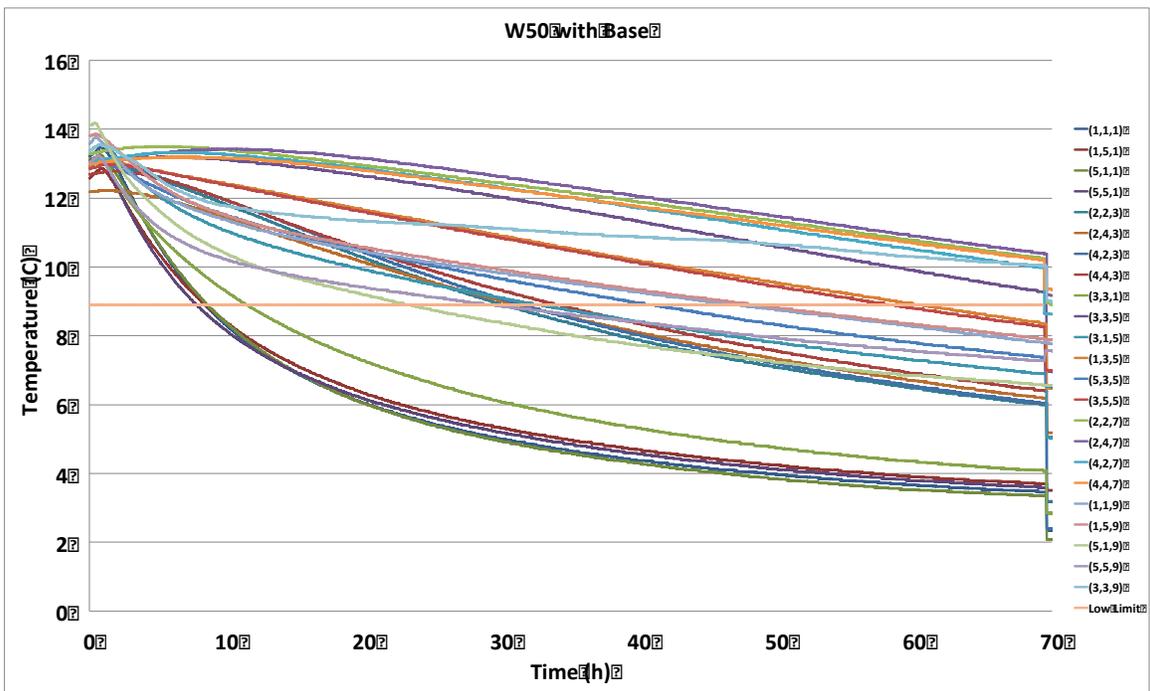
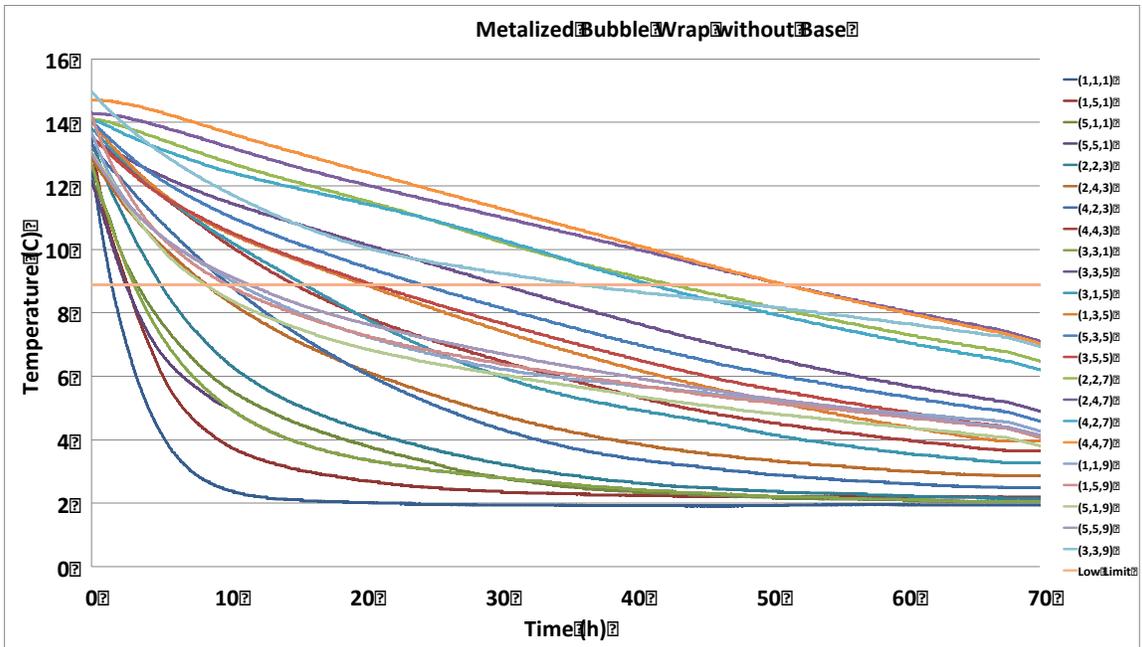
Cuatro forros de tarima comercialmente disponibles fueron sometidos a prueba con y sin base para determinar su nivel de protección térmica para tarimas de mango. Ninguno de los forros pudo mantener toda la tarima por encima de los 48°F (8.9°C) durante un período completo de prueba de 72 horas. Sin embargo, el W50 con base demostró ser la mejor opción en términos de la protección térmica y protección contra humedad de los cuatro forros de tarima comercialmente disponibles. Los 2/3 superiores de la tarima cubiertos con el W50 se mantuvieron protegidos de temperaturas por debajo de los 48°F (8.9°C) durante un promedio de 62 horas. Aunque la sección de abajo registró temperaturas por debajo de los 48°F (8.9°C), la severidad de la exposición se observó arriba de los 44°F (6.5°C) durante 24 horas. Se anticipa que en un entorno de embarque de la vida real en el que las tarimas tienen facetas que tienen contacto entre sí, el W50 proporcionará aún más protección térmica. El uso adicional de nuevas tecnologías, además de forros de tarima existentes, podrá dar lugar a un mejor rendimiento, lo cual resultará en una mejor protección contra lesiones por frío para la tarima durante 72 horas.

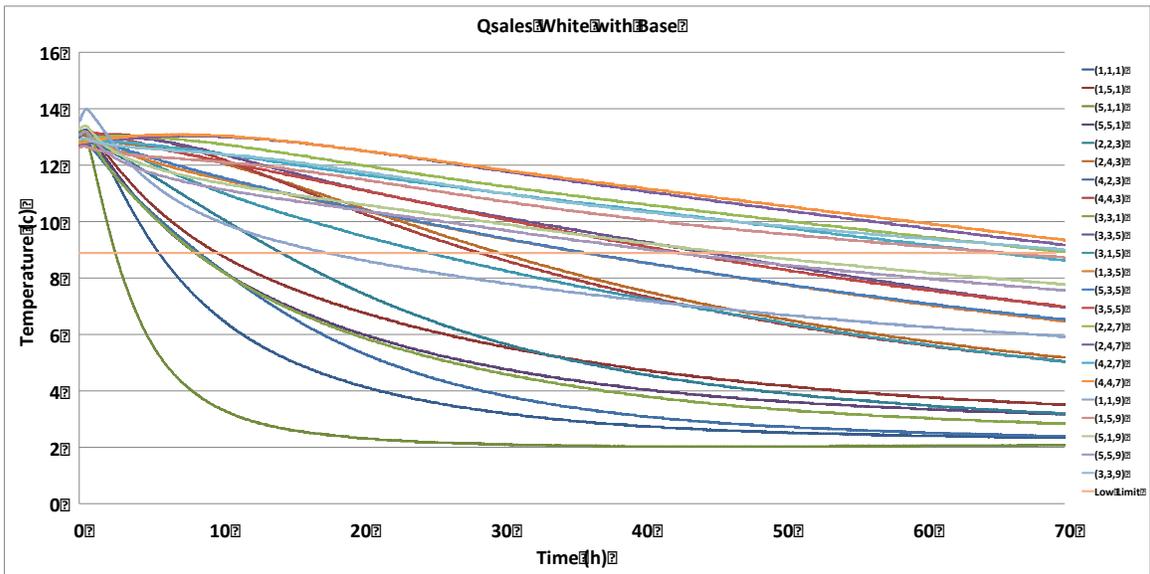
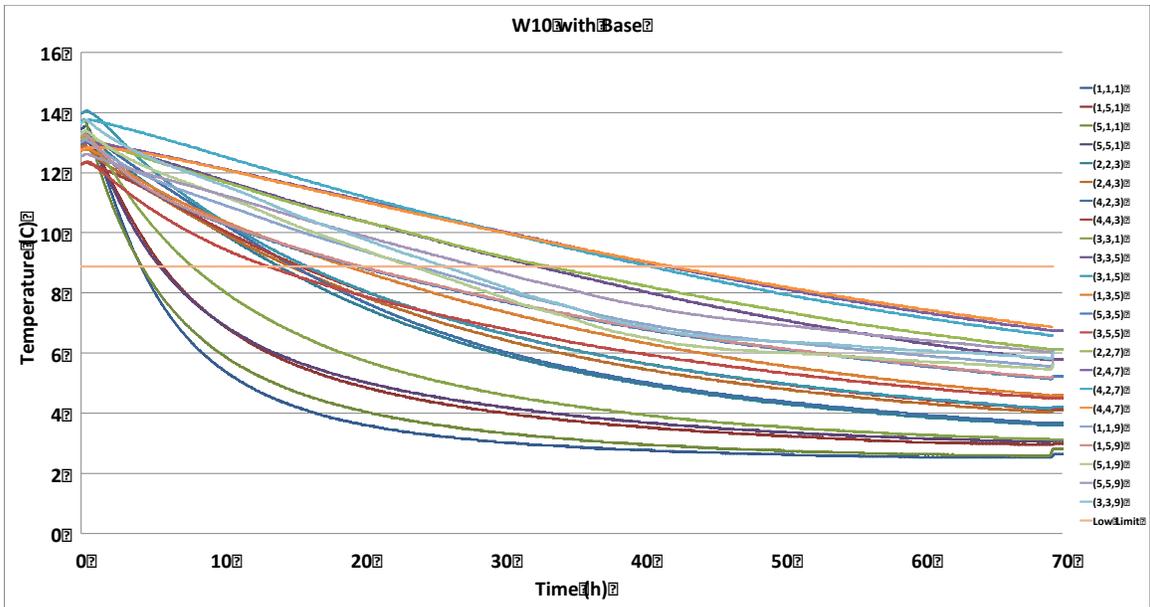
Apéndice

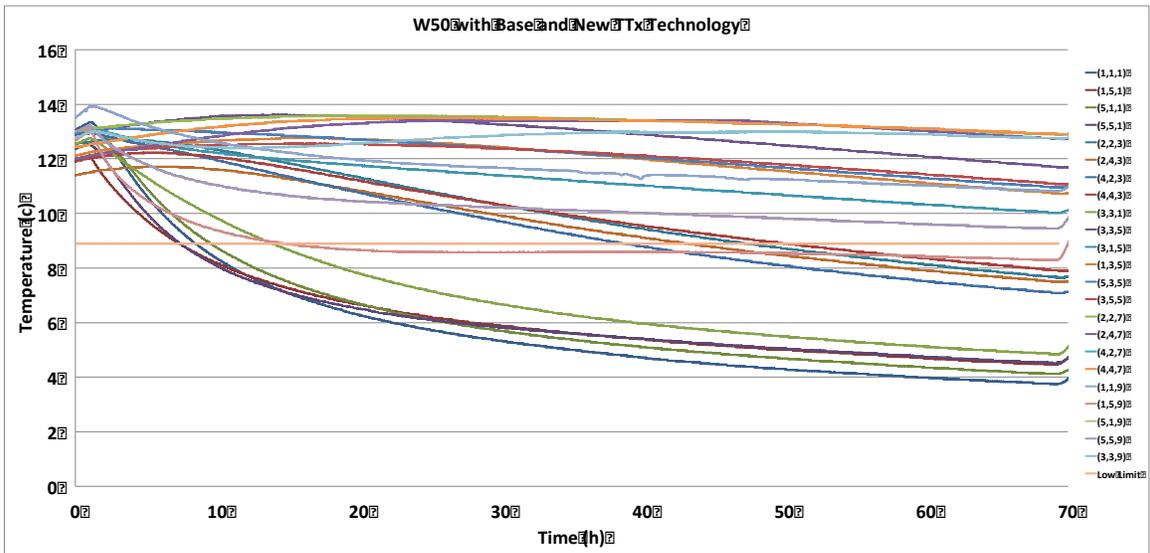
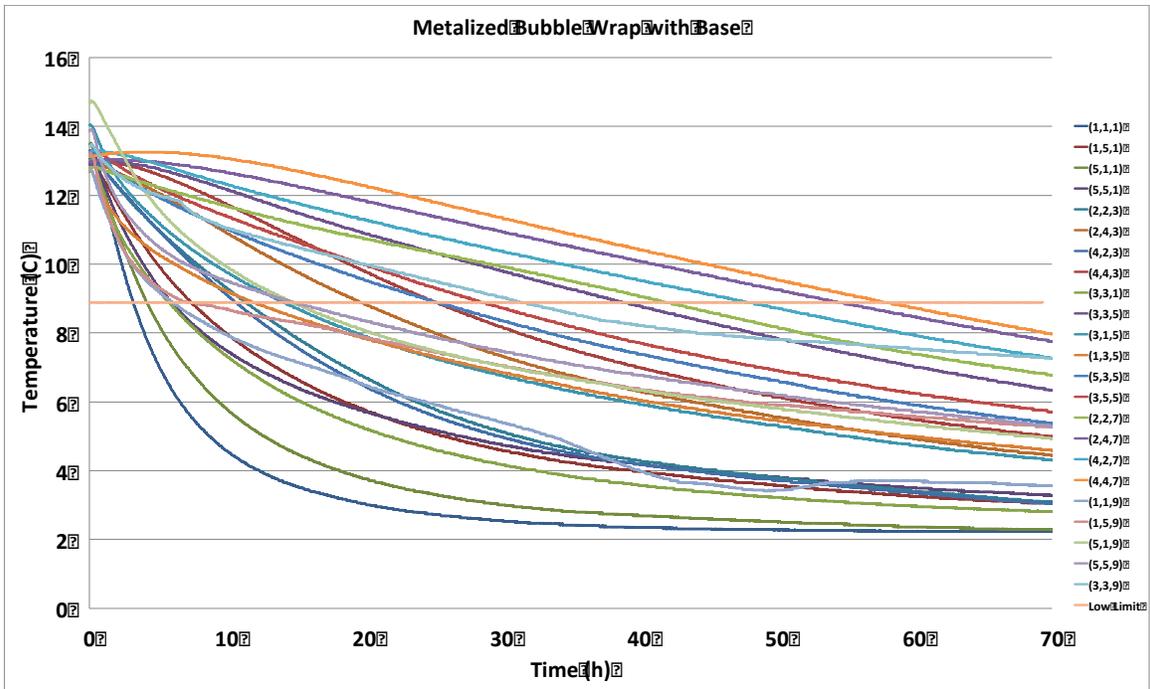
Resultados Exhaustivos de la Temperatura











Specification Documents for Tested Covers

		
DuPont™ Tyvek® Cargo Covers		
<hr/> DEVELOPMENTAL TECHNICAL DATA & DOCUMENTATION <hr/> TEST DATA OF TYVEK® CARGO COVERS FOR PHARMACEUTICALS, PERISHABLES AND TEMPERATURE SENSITIVE PRODUCTS <hr/>		
Reviewed and approved by:	Alain Weimerskirch  Application Development Specialist	Date: 11 Aug 2016
Reviewed and approved by:	Joseph Dennes  Global Technology Manager	Date: 11 Aug 2016
Document number and name:	Developmental_Technical_Data_&_Documentation_Tyvek®_Xtreme™_W50_Cargo_Cover	
Version:	1.0	
Related documents:	n/a	
11 Aug 2016	Author: Karolina Olechowicz, Marketing Communication Specialist	Page 1



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

DuPont™ Tyvek® Xtreme™ W50 Cargo Cover

Solar protection, cold temperature performance and breathability - Tyvek® Xtreme™ W50 Cargo Cover successfully combines these triple benefits. It sandwiches a low-emissivity metallic layer between high efficiency insulation on the inside and highly reflective, weatherproof, Tyvek® on the outside. The product is suitable for cool-chain handling environments and shipping lane scenarios where there is a possibility of transient exposures to low ambient temperatures and for any long or complex transportation routes where there is a likelihood of significant temperature variations, especially those where there is potential for short-term exposure to the sun.



Product data sheet

Property	Value	Test method
Basis weight ⁽¹⁾	330 g/m ² ± 15 g/m ²	DIN EN ISO 536 (96)
Tensile Strength* ⁽²⁾	MD 155 ± 25 N/5cm	EN 12311-1 (99)
	XD 130 ± 20 N/5cm	
Tensile Elongation* ⁽²⁾	MD 9% ± 3%	EN 12311-1 (99)
	XD 14% ± 5.5%	
Tear Resistance (nail shank) * ⁽²⁾	MD 60 ± 20 N	EN 12310-1 (99)
	XD 55 ± 15 N	
Emissivity*	16% ± 6%	ASTM C1371
Light reflection (400 – 700 nm)*	91.3% ± 3%	ASTM E1164
Moisture Vapor Transmission* ⁽³⁾	1300 ± 600 g/m ² /24h	DIN EN ISO 12572 C
Water pressure (Hydrostatic Head)* ⁽⁴⁾	>140 cm H ₂ O	DIN EN 20811 (92)
Resistance to penetration of water* ⁽²⁾	W1 PASS	DIN EN 1928-A (00)
Thermal conductivity (at 0 °C)**	0.0288 W/mK	ASTM C518
Thermal resistance (at 0 °C)**	0.3035 m ² K/W	ASTM C518
	1.72 ft ² °F. hr /BTU	
	4.37 ft ² °F. hr /BTU.in	

MD/XD: Machine direction/ Cross machine direction

* Reflective layer property

** Insulating layer property

⁽¹⁾ Sample size 100 cm²

⁽²⁾ Modified for sample preparation before testing as per EN 13859-1 (2010) & EN 13859-2 (2010)

⁽³⁾ Results based on multi-layer testing: 100%RH in the cup; 2.5 m/s air velocity above the cup; 30 min time interval

⁽⁴⁾ Rate of use 60 cmH₂O/min



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

All technical information set out herein is provided free of charge and is based on technical data which DuPont believes to be reliable at the time of writing. Please verify that the properties given are suitable for your needs, as DuPont cannot accept liability for use under conditions outside our control, and users should verify that product is commercially available and fit for their purpose. This is a selection of cover specifications and may be subject to change without prior notice.

Tyvek® Cargo Covers are available in a range of sizes to fit the most frequently used pallet configurations. They are supplied as one piece top covers, but may also be used in combination with a separate bottom cover. Please ask regarding availability of specific cover sizes or any required print / branding options.

For further information on our products and services, please contact your account representative or visit: www.cargocovers.tyvek.co.uk.

Safety and Environmental considerations:

Tyvek® is non-toxic and chemically inert. Its strength and durability relative to its light-weight make it a resource efficient material compared to heavier and bulkier products.

Tyvek® Xtreme™ W50 Cargo Covers are made essentially of HDPE and polyester and should be disposed of according to local regulations. At the end of their lifecycle, they can be safely reprocessed as a polymer resin for other uses or alternatively incinerated for energy recovery.

Tyvek® end use temperatures should in all cases be under 90°C. Tyvek® melts at 135°C.

Storage considerations:

Keep away from flames.

Gloves recommended when handling.

Do not store the product in the vicinity of strong oxidizing agents.

For optimum shelf life, keep the product in its original packaging and adopt a best practice of first in first out (FIFO). It is recommended to use the covers within 2 years of supply to maintain highest efficiency.

Application considerations:

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers are designed for one-time use or limited re-use, in line with sanitary regulations and pest management best practices in the transportation industry.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers are thermal covers so they should not be removed before arrival at the final destination.

While widely used for load stabilization, stretch wrap films should not be applied on the outside of DuPont™ Tyvek® Cargo Covers, and especially not over a substantial part of the cover surface as this may compromise the thermal protection of the load.



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers must be properly secured to the ULD if exposed to strong winds or turbine drafts while on the airport ramp.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers are designed as secondary packaging and are not certified for use in direct contact with food.

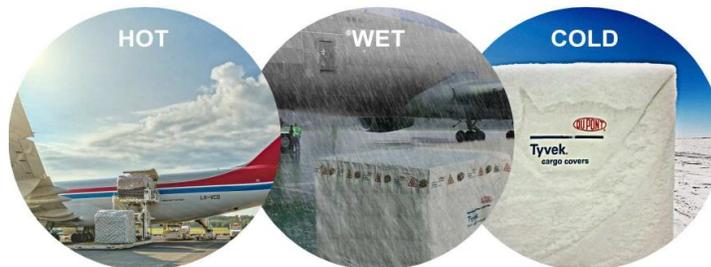
This datasheet is prepared with the best of our knowledge of the product and its ingredients. Should you have any question regarding end-use, processing, safety or environmental considerations please contact your DuPont representative.

Disclaimer:

It is the user's responsibility to determine the selection of the appropriate cover for the particular purpose and that their particular conditions of use present no health or safety hazards. Since conditions of product use are outside of our control, DuPont makes no warranties, express or implied, and assume no liability in connection with the use of this information. Nothing herein is to be taken as license to operate under, or a recommendation to infringe any patents or trademarks. DuPont is not liable for product damage during the use of the cover.

To maintain efficacy, DuPont™ Tyvek® Cargo Covers must be stored in the original package under dry, normal temperature conditions. New and used covers are expected to deteriorate if not properly protected from dust, heat and humidity.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers have been intended for a one-time use to protect temperature sensitive products. Covers are to be considered as complementary to a user's established cold chain best practices, according to the Good Distribution Practice.



Europe: www.cargocovers.tyvek.co.uk
USA: www.cargocovers.dupont.com



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

TECHNICAL DATA & DOCUMENTATION

TEST DATA OF TYVEK® CARGO COVERS FOR PHARMACEUTICALS, PERISHABLES
AND TEMPERATURE SENSITIVE PRODUCTS

Reviewed and approved by:	Alain Weimerskirch  Application Development Specialist	Date: 11 Aug 2016
Reviewed and approved by:	Joseph Dennes  Global Technology Manager	Date: 11 Aug 2016
Document number and name:	Technical_Data_&_Documentation_Tyvek@_Solar™_W10_Cargo_Cover	
Version:	1.0	
Related documents:	n/a	



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

DuPont™ Tyvek® Solar™ W10 Cargo Cover

Tyvek® Solar™ W10 Cargo Covers provide outstanding protection to cargo when exposed to the sun during loading, transfer and unloading. This is the principal cause of temperature excursions during short-term breaks in the cold-chain. Affordable and easy to use, Tyvek® Solar™ W10 covers also offer inherent breathability in addition to all the other mechanical and hygienic benefits of low-conductivity Tyvek® material. By allowing the exchange of air and water vapour through the fabric, the covers help ensure that under-cover moisture levels do not reach damaging levels as a result of ambient temperature fluctuations.

Product data sheet

Property	Value	Test method
Basis weight ⁽¹⁾	58 ± 3 g/m ²	DIN EN ISO 536 (96)
Thickness ⁽²⁾	170 ± 60 µm	DIN EN ISO 534 (05)
Tensile Strength ⁽²⁾	MD 165 ± 25 N/5cm	EN 12311-1 (99)
	XD 140 ± 25 N/5cm	
Tensile Elongation ⁽³⁾	MD 9 % ± 2 %	EN 12311-1 (99)
	XD 16.5 % ± 4.5 %	
Tear Resistance (nail shank) ⁽³⁾	MD 65 ± 15 N	EN 12310-1 (99)
	XD 60 ± 15 N	
Emissivity	62.7 % ± 2 %	ASTM C1371
Light reflection (400 – 700 nm)	90.9 % ± 1.7 %	ASTM E1164
Moisture Vapor Transmission ⁽⁴⁾	1675 ± 725 g/m ² /24h	DIN EN ISO 12572 C
Water pressure (Hydrostatic Head) ⁽⁵⁾	>170 cm H ₂ O	DIN EN 20811 (92)
Resistance to penetration of water ⁽³⁾	W1 PASS	DIN EN 1928-A (00)

MD/XD: Machine direction/ Cross machine direction

⁽¹⁾ Sample size 100 cm²

⁽²⁾ Surface 2 cm², pressure 100 kPa

⁽³⁾ Modified for sample preparation before testing as per EN 13859-1 (2010) & EN 13859-2 (2010)

⁽⁴⁾ Results based on multi-layer testing; 100%RH in the cup; 2.5 m/s air velocity above the cup; 30 min time interval

⁽⁵⁾ Rate of use 60 cmH₂O/min

All technical information set out herein is provided free of charge and is based on technical data which DuPont believes to be reliable at the time of writing. Please verify that the properties given are suitable for your needs, as DuPont cannot accept liability for use under conditions outside our control, and users should verify that product is commercially available and fit for their purpose. This is a selection of cover specifications and may be subject to change without prior note.



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

Tyvek® Cargo Covers are available in a range of sizes to fit the most frequently used pallet configurations. They are supplied as one piece top covers, but may also be used in combination with a separate bottom cover. Please ask regarding availability of specific cover sizes or any required print / branding options.

For further information on our products and services, please contact your account representative or visit: www.cargocovers.tyvek.co.uk.

Safety and Environmental considerations:

Tyvek® is non-toxic and chemically inert. Its strength and durability relative to its light-weight make it a resource efficient material compared to heavier and bulkier products.

Tyvek® is made essentially of HDPE and should be disposed of according to local regulations. At the end of its lifecycle, it can be safely reprocessed as a polymer resin for other uses or alternatively incinerated for energy recovery.

Tyvek® end use temperatures should in all cases be under 90°C. Tyvek® melts at 135°C.

Tyvek® reaction to fire is that it substantially reduces flame spread according to ISO 3795 Horizontal measurement.

Storage considerations:

Keep away from flames.

Gloves recommended when handling.

Do not store the product in the vicinity of strong oxidizing agents.

For optimum shelf life, keep the product in its original packaging and adopt a best practice of first in first out (FIFO). It is recommended to use the covers within 2 years of supply to maintain highest efficiency.

Application considerations:

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers are designed for one-time use or limited re-use, in line with sanitary regulations and pest management best practices in the transportation industry.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers are thermal covers so they should not be removed before arrival at the final destination.

While widely used for load stabilization, stretch wrap films should not be applied on the outside of DuPont™ Tyvek® Cargo Covers, and especially not over a substantial part of the cover surface as this may compromise the thermal protection of the load.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers must be properly secured to the ULD if exposed to strong winds or turbine drafts while on the airport ramp.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers are designed as secondary packaging and are not certified for use in direct contact with food.



Tyvek.
cargo covers

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers

This datasheet is prepared with the best of our knowledge of the product and its ingredients. Should you have any question regarding end-use, processing, safety or environmental considerations please contact your DuPont representative.

Disclaimer:

It is the user's responsibility to determine the selection of the appropriate cover for the particular purpose and that their particular conditions of use present no health or safety hazards. Since conditions of product use are outside of our control, DuPont makes no warranties, express or implied, and assume no liability in connection with the use of this information. Nothing herein is to be taken as license to operate under, or a recommendation to infringe any patents or trademarks. DuPont is not liable for product damage during the use of the cover.

To maintain efficacy, DuPont™ Tyvek® Cargo Covers must be stored in the original package under dry, normal temperature conditions. New and used covers are expected to deteriorate if not properly protected from dust, heat and humidity.

DuPont™ Tyvek® Cargo Covers have been intended for a one-time use to protect temperature sensitive products. Covers are to be considered as complementary to a user's established cold chain best practices, according to the Good Distribution Practice.



Europe: www.cargocovers.tyvek.co.uk
USA: www.cargocovers.dupont.com

Product Specification Sheet

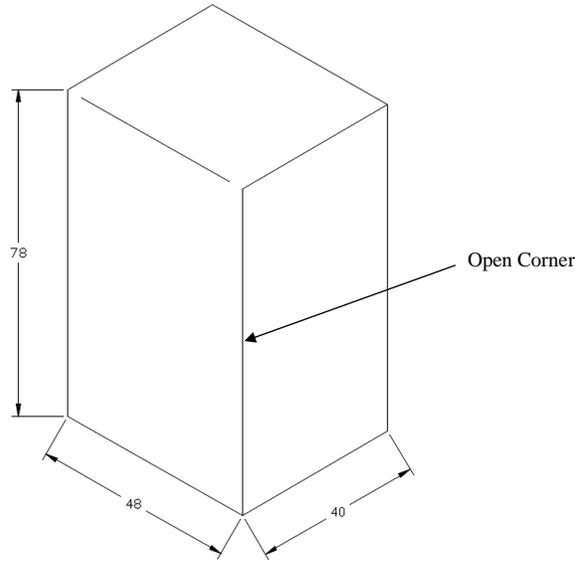
Document Type:	Product Number:	Effective Date:	Revision
Product/Shipping Specification	69160091	August 22, 2017	0

Product Name PFC, 40x48x78, One Corner Open

Product Description Light weight reflective air bubble insulation used to insulate skids of product.
Designed to cover a payload of 40x48x78.

- Product Features**
1. Outer Substrate: Metalized polyester
 2. Single layer of polyethylene bubble film
 3. Inner Substrate: Clear Polyethylene
 4. One corner open for slip over design
 5. Nominal Thickness: 1/8"
 6. Est. Wt. = 23 oz

Product Drawing



Shipping Contents 1. 69160091 – PFC 40x48x78, One Corner Open – 50 per box

- Packaging Description**
1. Skid size 48 inch x 48 inch
 2. Carton, 48 x 48 x 36
 3. Estimated Weight : 1 Box / Skid is 130 pounds or 2 Boxes / Skid is 185 pounds
 4. Shipment Envelope : Min- 48x48x42 to Max- 48x48x80 (2 Boxes/Skid)

Shipping Classification H.T.C code 3921.13.5000

Approval	Date	Customer Signature	Date
<i>Peter M. Mialella</i>	08/22/17		

Product Specification Sheet

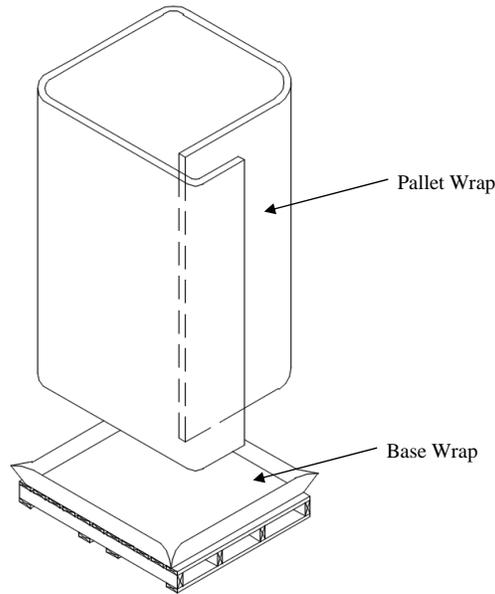
Document Type:	Product Number:	Effective Date:	Revision
Product/Shipping Specification	69000555	August 22, 2017	0

Product Name Pallet Wrap, 40x44x82

Product Description Thermal Pallet Wrap used to protect all four sides and the bottom of a pallet of product measuring 40x44x82. The set includes a pallet wrap and base wrap.

- Product Features**
1. Outer lining is made of clear poly film
 2. Standard loft insulation
 3. Optional pallet bands to secure wrap closed
 4. Est. Wt. = 21 lbs

Product Drawing



Shipping Contents 1. 69000555 – Pallet Wrap 40x44x82 – 4 per box

- Packaging Description**
1. Skid size 48 inch x 48 inch
 2. Carton, 48 x 48 x 36
 3. Estimated Weight : 1 Box / Skid is 160 pounds or 2 Boxes / Skid is 215 pounds
 4. Shipment Envelope : Min- 48x48x42 to Max- 48x48x80 (2 Boxes/Skid)

Shipping Classification H.T.C code 3921.13.5000

Approval	Date	Customer Signature	Date
<i>Peter M. Mialella</i>	08/22/17		