

Capítulo 1. Condiciones óptimas para el transporte marítimo hortofrutícola entre Latinoamérica y Europa

Perla Gómez Di Marco^{2,1}, Francisco Artés Hernández^{1,2}
Encarna Aguayo Giménez^{1,2}, Francisco Artés Calero^{1,2}

¹Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena. España. Correo electrónico: gpr@upct.es

²Instituto de Biotecnología Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar. Edificio I+D+I. 30202. Cartagena. España. Correo electrónico: ibr@upct.es

El transporte marítimo de frutas y hortalizas representa una proporción muy importante del comercio mundial, siendo particularmente significativo entre Latinoamérica y Europa. Sin embargo, a diferencia de otras mercancías, el hecho de tratarse de productos perecederos requiere una atención especial. En este Capítulo se detallan las condiciones para el transporte, la forma de planificar la carga, los envases más apropiados, la aptitud general de cada producto y las pautas para una correcta ventilación, así como los aspectos que hacen referencia al uso de atmósferas modificadas y controladas. Especial atención se presta a la temperatura, la humedad relativa, la producción de etileno y al enfriamiento y preparación del contenedor para su carga. Por último, se comentan algunos aspectos relacionados con la sostenibilidad de este tipo de transporte.

Palabras clave: contenedores, transporte, mar, perecederos, frutas, hortalizas

Abstract

The maritime transport of fruits and vegetables represents a significant proportion of world trade, being particularly significant the exchange between Latin America and Europe. However, unlike other commodities, the fact that they are perishable products requires special attention. This Chapter details the conditions for transport, how to plan the load, the most appropriate packaging, the general suitability of each product as well as guidelines for proper ventilation and other aspects like these related to the use of modified and controlled atmospheres. Special attention is paid to the temperature, relative humidity, ethylene production

and cooling and preparation of container for loading. Finally, we discuss some aspects related to the sustainability of this type of transport.

Keywords: transport, sea, fresh produce, fruits, vegetables

Introducción

El transporte marítimo es el medio más económico y especializado para la exportación de grandes cantidades de productos frescos, siendo el principal sistema utilizado para el comercio internacional de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. En los últimos años, las frutas representan a nivel mundial la mitad de los productos transportados a temperatura controlada, con el 29% de bananas, 12% de cítricos y 11% de otros tipos de frutas. El resto de productos son carnes (17%), pescado (19%), lácteos (5%) y otros tipos de alimentos (7%) (Green y di Patrizio, 2000).

El transporte marítimo refrigerado de frutas y hortalizas está básicamente representado por tres grandes líneas: América Latina y el Caribe con América del Norte (17% del total del volumen transportado), América Latina y el Caribe con Europa (otro 17%) y América del Norte con Extremo Oriente (10%). En la actualidad la mayor parte del transporte se realiza en contenedores refrigerados. Hace 20 años el transporte en bodega representaba el 21% de las cargas, sin embargo este porcentaje ha ido disminuyendo gradualmente, excepto para la banana, cuyo transporte en bodega sigue siendo importante. Se estimaba que el volumen total en 2005 era de unos 15 millones de toneladas (Mt) de esta fruta. Además de la banana, se transportan en bodega las naranjas y pomelos que van de Sudáfrica a Europa y las manzanas exportadas de Argentina a Europa. Normalmente estas bodegas están adaptadas a los pallets de 1 x 1,20 m. Los barcos suelen ser mixtos, transportan cargas paletizadas en la bodega al tiempo que cargan contenedores en la cubierta, que está equipada con alimentación eléctrica. Por ejemplo, un barco con 16.000 m³ de capacidad puede cargar 5.000 pallets y 206 contenedores de 20 pies.

Existe gran diferencia de volúmenes entre el transporte de mercancías por mar originado en América Latina y el Caribe (exportaciones) (Tabla 1-1), con el que tiene a dicha región como destino (importaciones). En 2007 las exportaciones alcanzaron 1.052 Mt para las exportaciones mientras las importaciones fueron de 426 Mt (Sánchez y Ulloa, 2008).

EXPORTACIONES MARÍTIMAS DESDE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2006-2007) (en millones de toneladas)

	2006	2007
América del Sur (costa este)	497,6	543,4
América del Sur (costa oeste)	290,6	292,5
México, Centroamérica y el Caribe	223,9	216,6
Total América Latina y el Caribe	1.012,2	1.052,5

**EXPORTACIONES MARÍTIMAS DESDE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
(2006-2007) (en millones de toneladas)**

	2006	2007
Total mundial¹	6.355,7	6.628,4

Tabla 1-1. Exportaciones desde América Latina hacia el resto del mundo. Fuente: Sánchez y Ulloa, 2008. ¹ Valor estimado.

En este contexto, los países de la costa este de América del Sur, con 543 Mt transportadas, originaron el 51,6% de las exportaciones marítimas de la región, y representaron el 8,2% del movimiento total mundial. Por su parte, la costa oeste originó el 27,8% de las exportaciones, correspondiente a 292 Mt transportadas, y su participación mundial fue de un 4,4%. Finalmente, México, Centroamérica y el Caribe, con un total de 216 Mt, agruparon el 20,6% de las exportaciones marítimas de la región hacia el resto del mundo, y su participación en el total mundial fue del 3,3%. En promedio, este comercio marítimo evidencia cada año un crecimiento del 4,42%.

En relación a la exportación en contenedores, los mayores volúmenes salen de América del Sur, siendo los principales países exportadores Brasil y Chile, con 2.849 y 1.008 MTEUs respectivamente (se denomina TEU -twenty-foot equivalent unit- a la capacidad de carga de un contenedor de 8 pies de alto, 8 de ancho y 20 de largo -21.600 kg-). Los principales destinos son América del Norte, Europa y Asia-Pacífico. Les siguen en importancia Argentina, Colombia y México, exportando cada uno de ellos unos 600 M TEUs. Los principales destinos son América del Norte, América Latina y Europa. Los países de Centroamérica y el Caribe concentran sus destinos principalmente en América del Norte y, en menor medida, en Europa, con un total para todos ellos de 1.041 M TEUs (Sánchez y Ulloa, 2008).

España es un exportador neto de frutas frescas, con un volumen de 5,1 Mt por un valor de 4.300 M euros. La principal fruta exportada son los cítricos (3,1 Mt), seguidos por melones y sandías (0,7 Mt), melocotones y nectarinas (0,5 Mt), manzanas y peras (0,3 Mt), berries (0,2 Mt) y uvas (0,1 Mt) en 2008. El 92% de estas exportaciones se destinaron al mercado europeo (Alemania, 25%, seguido por Francia y Reino Unido) (MARM, 2009).

Por otra parte, España es también un país importador de fruta fresca en contra-estación, con cerca de 1 Mt. Las principales frutas de clima templado importadas durante 2008 fueron peras y manzanas (300.000 t), cítricos (275.000 t), melones, sandías (87.000 t) y uvas (42.000 t). En cuanto a su origen, el mayor proveedor de fruta de clima templado es Argentina, seguido por Ecuador, Costa Rica, Chile y Brasil. Las naranjas provienen en su mayoría de Sudáfrica, seguido por Argentina, Uruguay y Brasil. La mayor proporción de manzanas proviene de Argentina y Chile, si bien un 49% se importan desde Francia. Las uvas provienen de Italia y Chile, mientras que los melones lo hacen desde Brasil y la fruta de hueso desde Chile.

En relación a la fruta tropical, España importa fundamentalmente bananas (220.000 t) siendo Ecuador el principal proveedor, seguido por Colombia y Costa Rica, mientras que la mayor parte de la piña proviene de Costa Rica y Brasil. Los mangos se importan de Perú y los aguacates de Chile.

La mayor proporción del transporte intercontinental de frutas se hace por vía marítima, con una escasa proporción transportada por avión. Un pequeño porcentaje se moviliza en contenedores de atmósfera controlada con origen-destino aún muy limitados (Figura 1-1).



Figura 1-1. Movimiento internacional de frutas en contenedores de atmósfera controlada. (Maersk, 2005).

Sistemas de transporte

Dependiendo en gran medida del volumen a movilizar, el transporte se puede realizar en barcos o en contenedores refrigerados. Los barcos refrigerados son generalmente de gran capacidad de carga (más de 4.000 t) y cuentan con mecanismos para la recirculación y renovación del aire. Normalmente poseen escotillas laterales de carga o bien cintas transportadoras especiales que llevan el producto hasta la bodega. Habitualmente este tipo de barcos suelen usarse para transportar un solo producto.

El uso de contenedores frigoríficos como unidad de carga para el transporte ha experimentado un gran auge en los últimos años (Tabla 1-2). El contenedor refrigerado incorpora en su construcción un material aislante y admite dos opciones: o bien dispone de conductos especiales para la circulación del aire refrigerado, conectados al sistema de frío centralizado del barco (son contenedores frigoríficos no autónomos que irán emplazados en las bodegas), o bien cuenta con un sistema de refrigeración independiente, que se conecta a la red eléctrica de la embarcación (sistema *reefer*). Los barcos portacontenedores disponen de conexiones eléctricas especiales para este tipo de equipos.

Los barcos frigoríficos tienen ventaja frente a los contenedores *reefer* si el producto se embarca a temperatura ambiente y debe enfriarse durante el transporte (suele ocurrir con el plátano), si la temperatura del producto en el embarque, aun estando refrigerado, no llega a ser la idónea o si el producto embarcado a temperatura adecuada se recalienta una vez a bordo. La elección entre ambos sistemas depende también de otros importantes factores como cantidad a transportar, equipos de carga y descarga del puerto de embarque y desembarque, coste de la mano de obra, infraestructuras logísticas en origen y

destino (incluyendo el transporte terrestre complementario) y limitaciones del tiempo de conservación.

AÑO	TEU (millones)
1980	14
1990	29
2000	55
2005	88
2010	122 (estimado)
2015	178 (estimado)

Tabla 1-2. Transporte global mundial en contenedores. Sánchez y Ulloa, 2008.

Los contenedores refrigerados tienen medidas estándar: la mayoría son de 8 pies de alto y 8 de ancho, pero difieren en el largo, que puede ser de 20, 30 ó 40 pies (Tabla 1-3). El más utilizado es el de 40 pies y, en menor medida, el de 20. Este último se denomina TEU y se utiliza generalmente como la unidad de medida de la capacidad de carga de una embarcación portacontenedores. El contenedor de 40 pies se suele denominar como 2 TEU o 1 FEU (“forty-foot equivalent unit”).

TEU	Largo	Ancho	Alto	Volumen exterior	Capacidad	Peso bruto	Peso carga exterior
Pies	20,00	8,00	8,50	1.360	1165,4	24.000 kg	21.600 kg
Metros	6,096	2,438	2,59	38,51	33,00		

Tabla 1-3. Dimensiones de los contenedores refrigerados para transporte marítimo

Algunos aspectos a considerar en el transporte marítimo

Es bien sabido que el frío no mejora la calidad del producto sino a lo sumo la mantiene un cierto tiempo. Por ello, los productos a transportar deben encontrarse sin golpes o magulladuras, en un estado de madurez lo más homogéneo posible según la especie, variedad y el transporte a realizar, y con las mejores cualidades organolépticas y sanitario-microbiológicas. Además, la aplicación del frío debe efectuarse transcurriendo el menor tiempo posible tras la recolección, atendiendo a las necesidades específicas de la especie o variedad a transportar. Por consideraciones técnico-económicas es muy conveniente realizar una previa tria, selección, calibrado y clasificación del producto antes de someterlo al transporte frigorífico. Una vez colocado el producto en régimen de transporte y hasta su consumo deben evitarse en todo lo posible los saltos térmicos que provoquen excesivas variaciones de temperatura, manteniendo la "cadena de frío" durante todo el proceso de comercialización (Artés, 2011).

Para optimizar la utilización del contenedor se deben tener en cuenta varios aspectos. En primer lugar hay que solicitarlo al transportista con la debida antelación, ya que su disponibilidad no es siempre inmediata. Cuando el

contenedor llegue al lugar de carga es necesario comprobar que se encuentra en buen estado y limpio. Además, debe estar autorizado para el transporte de alimentos. Es importante también conocer los tiempos de espera en puerto así como los de carga, que estarán relacionados con las características propias de la naviera y del puerto. Hasta hace poco el tamaño de los buques se había limitado a la manga máxima del canal de Panamá, por lo que el alcance de las grúas se adaptó a esta dimensión. Actualmente se dispone de terminales para acoger buques de más de 5.500 TEUs (post-Panamax), que cuentan con grúas de mayor alcance que las convencionales.



Figura 1-2. . Contenedores, grúas y elementos de transporte en el Puerto de Oakland, en San Francisco (EEUU)

Las principales ventajas del uso de contenedores son: la considerable reducción de daños mecánicos en la manipulación, ya que se cargan en el almacén de exportación y no se descargan hasta que llegan al del cliente en el país de destino; la temperatura se puede fijar, vigilar e incluso modificar durante el transporte en cada contenedor; poder mantener bien la temperatura del producto en los ambientes tropicales. Los mayores inconvenientes son: el precio relativamente elevado de adquisición o arriendo aumentado porque se han de contratar más de los que se usan por el tiempo que tardan en retornar y para las reparaciones; el elevado volumen y peso propio; requieren equipos de manejo especiales y no todos los puertos de embarque y desembarque pueden manejarlos (aunque algunos barcos se cargan y descargan con sus propios equipos).

Envases para el transporte marítimo

Las cajas de cartón normalmente pierden resistencia durante el transporte, debido a que el cartón absorbe humedad y se debilita en una alta humedad relativa (HR), a la cual contribuye también la emisión de vapor de agua del producto que se transporta. Por ejemplo, después de soportar peso durante 10 días, una caja de cartón tendrá solo el 65% de su resistencia original. Los estudios de laboratorio indican, por lo general, valores orientativos de pérdida de resistencia de las cajas a 23°C y con un 50% HR. Sin embargo, con un 90% HR, la caja pierde el 40% de su resistencia. Por otra parte, la humedad absorbida por el cartón hace que éste se expanda ligeramente, aumentando sus dimensiones y provocando su curvado (Thompson et al., 2003).

Las cajas para el transporte marítimo necesitan ser más resistentes que las usadas para periodos de transporte más cortos y para el mercado local. En particular esto es importante en los desplazamientos transoceánicos que implican que la caja deberá soportar al menos cuatro semanas de trayecto, además de un período inicial y otro final de manipulación. La utilización de parafinas, la adición de fibra al cartón o un diseño más apropiado pueden ayudar a solventar este problema.

Las perforaciones para la ventilación de las cajas deben estar alejadas de los bordes y no representar más del 5% del área total de las paredes de la misma. Si el producto a transportar requiere una mayor ventilación, se deberá tener especial cuidado con el material que se utilice para construirlas. Por otra parte, es necesario indicar que no se deben apilar cajas que sobresalgan de los bordes del pallet. La carga debe ser unificada, atada con flejes y cantoneras en las esquinas para darle estabilidad durante el transporte.



Figura 1-3. Flejes, cantoneras, pértigas y tirantes para inmovilizar los pallets

En relación al movimiento de aire dentro de los contenedores, dado que éste tiene lugar desde abajo hacia arriba, toda la carga debe estar palletizada de manera que se produzca este flujo vertical de forma uniforme. Si el aire no puede pasar a través de la carga, pasará por la parte externa de los pallets, con el consecuente menor enfriamiento y falta de uniformidad en la temperatura del producto. Por otro lado, el embalaje que se encuentre en el interior de las cajas no debe interferir en el movimiento del aire a través de los agujeros.

Aptitud de un producto para el transporte marítimo

El transporte marítimo es sólo posible cuando el producto tiene una vida postcosecha suficiente como para ser, no solo transportado, sino también soportar posteriormente un periodo de comercialización. Si un producto se almacenó antes de ser embarcado, su vida posterior será más corta. Para una adecuada vida comercial durante el transporte es necesario ajustar la temperatura lo más baja posible, próximo al umbral de tolerancia del producto, y así obtener las mayores ventajas. Normalmente los contenedores pueden controlar la temperatura en un

rango de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Cuando no se está seguro, porque se desconoce la información precisa para la especie o variedad de que se trate, y el almacenamiento o transporte va a ser de larga duración, se recomienda que la temperatura de consigna se eleve un grado sobre lo que el producto tolere, para prevenir de este modo los posibles daños por congelación accidental o por frío. Como se comenta más adelante, las atmósferas controladas (AC) y modificadas (AM) pueden prolongar la vida postcosecha.

Ventilación

Dentro del contenedor debe haber una correcta renovación del aire para evitar la acumulación de CO_2 que resulta de la actividad respiratoria de las frutas y hortalizas. En general se recomiendan concentraciones inferiores a $0,3 \text{ kPa CO}_2$, ya que este valor está por debajo del límite que puede producir daño metabólico en la mayoría de los órganos vegetales. Existen algunos productos que toleran concentraciones mayores, incluso que pueden beneficiarse de ello.

La renovación del aire (o ventilación) de los contenedores refrigerados debe establecerse en función de la actividad respiratoria del producto. En general se recomiendan $25 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ cuando la tasa respiratoria es baja, $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ cuando es media, $75 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ cuando es alta y $100 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ cuando es muy alta (Thompson et al., 2003).

En cuanto a la recirculación del aire, deben tenerse en cuenta factores como los ventiladores del evaporador, responsable del movimiento de aire dentro del contenedor, así como la falta de limpieza en las aletas de los ventiladores, que reducen el movimiento. Por otra parte, un exceso de ventilación no sólo implica un mayor gasto de energía, sino que también, ya que el ambiente dentro del contenedor tiene una alta HR, se propicia la formación de hielo sobre el evaporador, con la consecuente menor precisión en el control de la temperatura, así como se estimula la deshidratación del producto transportado.

Atmósferas controladas y modificadas

Algunas frutas y hortalizas se pueden beneficiar del transporte bajo AC o AM. En estas condiciones, se produce una disminución en la actividad respiratoria y la producción de etileno y, consecuentemente, de la senescencia del producto. Además, pueden ser favorables para controlar determinados microorganismos que ven inhibido su crecimiento. El uso de estas AC o AM representa un incremento en el costo que se debe analizar para saber si se justifica su utilización.

Los contenedores de AC cuentan con un equipo frigorífico y con los elementos necesarios para absorber el exceso de CO_2 y reducir el O_2 , mediante quemadores catalíticos o barridos de N_2 . En el transporte de fresas, frambuesas, cerezas y otros frutos rojos blandos, para el enriquecimiento de la atmósfera en CO_2 se suele utilizar CO_2 sólido o líquido.

Beneficios	Productos
Retrasa la maduración e inhibe daños por frío	Aguacate, banana, melocotón, nectarina, ciruela, mango, papaya, tomate verde o virando, pimiento, melón.

Beneficios	Productos
Controla podredumbres	Melón cantalupo, cereza, higo, uva y frutos rojos blandos (fresa, mora, arándanos, grosellas)
Retrasa senescencia y cambios químicos no deseables	Espárrago, brócoli, lechuga, maíz dulce, hierbas, hortalizas y frutas mínimamente procesadas

Tabla 1-4. Beneficios conseguidos mediante la modificación de la atmósfera durante el transporte.
Fuente: McGregor, 1987; Artés, 2007.

Para estos frutos, es posible también emplear grandes embalajes plásticos, en general de polietileno, adaptados al tamaño del pallet, inyectando en este caso CO₂ gas al pallet recubierto y sellado. Esta técnica de AM se está extendiendo a muchos otros productos como uva, tomate, pimiento, etc., generándose la atmósfera dentro del embalaje de forma pasiva, ya que no toleran un exceso de CO₂.

Con la AM es posible transportar productos en condiciones semejantes a las de la AC, evitando en gran medida la inversión importante que supone utilizar contenedores estancos. Otro gas que se puede inyectar durante el transporte de los contenedores refrigerados mediante diferentes dispositivos es el ozono, tanto en los de 20 como de 40 pies. Se ha observado que puede resultar efectivo para controlar la maduración de la fruta y evitar el ataque de patógenos como bacterias y hongos.

Humedad relativa

Los vegetales contienen en su gran mayoría agua, motivo por el cual su calidad se ve muy afectada por la deshidratación. Una HR alta dentro del contenedor, próxima al 90-95%, es clave para evitar la deshidratación. La mayoría de las hortalizas cuando se encuentran a temperaturas entre 0 y 2°C son bastante sensibles a la pérdida de peso, por lo que deben mantenerse a más del 90%. Para las frutas la HR debe oscilar entre el 85 y el 95%. Aunque la deshidratación no sea visible externamente, siempre representa una pérdida de peso y, consecuentemente, una pérdida económica. La pérdida de peso se puede disminuir si el producto está envasado en bolsas de plástico. Los contenedores refrigerados más modernos poseen sistemas de humidificación mediante nebulizadores de agua.

Etileno

El importante desarrollo del transporte marítimo de fruta de hueso y de pepita, productos subtropicales, y sobre todo tropicales (banana, piña, mango, aguacate, etc.), que tienen en común su sensibilidad al etileno, exige prestar especial atención a la eliminación del etileno y otras sustancias volátiles aromáticas y al mantenimiento de temperaturas adecuadas para evitar alteraciones fisiológicas. Los vegetales que no emiten etileno, o lo hacen a tasas muy bajas, no deben mezclarse con aquellos que lo producen, principalmente las frutas. El etileno acelerará la senescencia y provocará una pérdida irreversible del color, la textura, etc.

La colocación de absorbedores de etileno dentro del contenedor, conteniendo por ejemplo permanganato de potasio o de sodio, contribuirá a mantener una atmósfera libre de este gas. Por otra parte, hay productos vegetales que ni emiten ni son demasiado sensibles al etileno, con lo cual admiten cargas mixtas, siempre que sea dentro del rango de temperatura óptimo para su transporte.

Temperatura

El producto debe transportarse refrigerado, a la temperatura óptima, la cual varía según la fruta u hortaliza de que se trate. Hay que tener en cuenta que algunos productos vegetales son sensibles al daño por frío cuando se exponen a bajas temperaturas, aunque por encima de su punto de congelación. En la Tabla 1-5 se recogen las temperaturas recomendadas.

Cuando se trata de cargas mixtas, es necesario transportarlas a una temperatura que sea compatible para los diferentes productos. También debe tenerse en cuenta la producción y sensibilidad al etileno.

A) Temperatura 0° C, HR 90-95%

Hielo nunca en contacto con los productos

Manzana – pera – cereza – albaricoque – melocotón – nectarina – ciruela – membrillo – caqui – uva – kiwi – coco – higo – fresa – fresón – arándano – mora – zarzamora – grosella – frambuesa – colirrábano – hinojo – nabo – remolacha – puerro

B) Temperatura 0°C, HR 95-99%

Hielo puede estar en contacto con los productos, excepto espárrago y champiñón

Alcachofa – espárrago – brócoli – escarola – repollo – zanahoria – coliflor – apio – endibia – maíz dulce – champiñón – lechuga – perejil – guisante – ruibarbo – col rizada – colinabo – col de Bruselas – brotes de lechuga – espinaca

C) Temperatura 7-10°C, HR 95%

Hielo nunca en contacto con los productos

Aguacate – aceituna – guayaba – maracuyá – lima – sandía – casaba – berenjena – pimiento – judía verde – pimiento picante (chile) – calabacín – calabaza de verano – tomate pintón y rojo – patata de simiente

D) Temperatura 11-15°C, HR 85-90%

Hielo nunca en contacto con los productos

Patata de consumo – boniato – jengibre

E) Temperatura 11-15°C, HR 90-95%

Hielo nunca en contacto con los productos

Banana – plátano – limón – pomelo – mango – aguacate – melón español – melón honeydew – tomate verde – piña – papaya – chirimoya

Tabla 1-5. Compatibilidad de transporte para 2-3 semanas bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa. Fuente: McGregor, 1987; Thompson, 2007a; Thompson 2007b.

Enfriamiento y preparación del contenedor

El producto debe enfriarse a la temperatura de transporte antes de ser cargado en el contenedor, ya que su equipo frigorífico no está diseñado para realizar esa función. Por otra parte, es necesario que las áreas de expedición estén acondicionadas con muelles de abrigo y equipos frigoríficos bien diseñados, para que los productos

frigoríficos puedan mantenerse refrigerados hasta el momento de su carga. Es importante medir la temperatura antes de la carga, ya que si es excesivamente superior a la requerida, el contenedor no será capaz de bajarla durante el transporte.

Por otra parte, el contenedor debe arribar al puerto de expedición con una temperatura muy próxima a la de carga definitiva. Durante la operación de carga, el equipo frigorífico del contenedor debe estar apagado para evitar la condensación de agua en el suelo, que puede provocar accidentes, y en el evaporador, que provocará la formación excesiva de escarcha. La temperatura del contenedor se puede medir con un termómetro de infrarrojos o con uno convencional, apoyándolo en una de las paredes internas y cubriéndolo con un paño seco.

Es importante que el contenedor esté bien limpio y que sus puertas cierren correctamente. También que no tenga daños ni olores extraños. Además, debe estar garantizado que se encuentra sin residuos, patógenos ni contaminación por materiales tóxicos. En todo caso, el operador de contenedores debe contar con un registro de las cargas previas para evitar riesgos.

Carga del producto

Para que la temperatura del producto dentro del contenedor se mantenga uniforme, es esencial cubrir la totalidad del suelo con los pallets (Figura 1-4). De este modo, se obliga al aire frío a pasar a través de la carga. Si la carga no cubre totalmente el suelo podrán usarse secciones de cartón o cajas con producto para taparlas. Por otra parte, para la estabilización de la carga se pueden utilizar bolsas con aire, especialmente en la zona de las puertas, evitando así que la carga se mueva hacia atrás y la dañe.



Figura 1-4. . Vista desde arriba de parte del suelo del contenedor cubierto con cartón para forzar al aire frío a pasar a través de la carga.

La carga no debe llegar hasta el techo del contenedor, sino respetar la línea roja de las paredes del contenedor que indica el nivel máximo permitido de estiba. Esto es esencial para permitir una buena recirculación del aire dentro del contenedor (Figura 1-5).



Figura 1-5. Línea roja indicando la altura máxima de estiba en un contenedor refrigerado.

Por último, es importante contar con registradores de temperatura convenientemente calibrados y con la sonda de medición alojada en la pulpa del producto (Figura 1-6). Nunca deben ubicarse en contacto con las paredes o el techo del contenedor.



Figura 1-6. Izquierda: calibrado de las sondas con hielo preparado con agua destilada. Derecha: introducción de la sonda en la carga para el registro de temperatura.

Sostenibilidad

En su último Libro Blanco sobre la Política Común de Transportes, la Comisión Europea establece como objetivo primordial conseguir una movilidad sostenible (Carrier, 2003). En consecuencia las características del sistema de transporte europeo en el futuro inmediato deberán ser la eficacia y sostenibilidad, tendencias que seguramente se trasladarán al resto del mundo. Es decir, deberá permitir que la movilidad contribuya al bienestar y al desarrollo económico y social. En ese sentido, el transporte, incluido el marítimo, deberá limitar las emisiones y residuos por debajo de la capacidad del planeta para absorberlos, minimizar el impacto ecológico y la producción de ruido, y utilizar las energías no renovables por debajo de los niveles de los sustitutos renovables.

El transporte marítimo cuenta con varias cualidades que lo hacen interesante desde el punto de vista de la sostenibilidad (Carlier, 2003):

- Es eficaz en términos económicos, principalmente porque los fletes se negocian en un mercado muy abierto y competitivo.
- Es el más eficiente en términos de uso de energía. El consumo de un buque portacontenedores pequeño (1.266 TEU) llega a ser hasta 10 veces menor que el del transporte en carretera de cargas equivalentes.
- Es el medio más seguro y respetuoso del medio ambiente, especialmente porque su seguridad está muy regulada en el ámbito internacional. Además, sólo en torno a un 12% de la contaminación marina por hidrocarburos tiene su origen en el transporte marítimo, mientras que la mayoría proviene de fuentes urbanas y de plantas industriales.
- Es el medio que produce los menores costes externos a la sociedad. Estos costes (contaminación, accidentes, atascos de tráfico, etc.) son en promedio un tercio de los del transporte ferroviario y un cuarto de los de carretera.

El Committee on the Marine Transportation System de EE.UU. (2008) ha expuesto la necesidad de armonizar las regulaciones internacionales acerca de legislación, vigilancia y protocolos sobre aspectos medioambientales, a través de la Organización Marítima Internacional y otras organizaciones, para prevenir la polución de los mares.

Conclusiones

El transporte marítimo es absolutamente fundamental para el desarrollo económico de la Unión Europea y de Latinoamérica y, sobre todo, para proporcionar a los consumidores frutas y hortalizas de alta calidad a lo largo de todo el año. La utilización de la refrigeración durante el transporte, imprescindible para mantener dicha calidad, requiere de un conocimiento preciso de los requisitos de cada especie e incluso cultivar, así como del control de una serie de parámetros comunes a todas ellas. Siguiendo estas pautas, este medio de transporte seguirá siendo el más seguro y respetuoso del medio ambiente, además del más rentable.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Maersk España, S.L.U. y a Transfresh Corporation la información facilitada.



Referencias

Artés, F. 2007. Condiciones recomendadas para el transporte frigorífico marítimo. II Seminario Internacional Actualidad y Perspectivas del Transporte Frigorífico Marítimo de Productos Perecederos. Universidad Politécnica de Cartagena-Maersk

España S.A. Policopiado.

- Artés, F. 2011. La cadena de frío. Curso de Transporte Frigorífico Marítimo. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica. Universidad Politécnica de Cartagena. Policopiado.
- Carlier, M. 2003. El transporte marítimo en Europa. XXI Semana de Estudios del Mar. Melilla, 26/9/2003. 25 pp.
- Committee on the Marine Transportation System of USA. 2008. National Strategy for the Marine Transportation System: A Framework for Action. 59 pp.
- Green, R.; di Patrizio, F. 2000. El transporte marítimo internacional de frutas. Horticultura Internacional, 25:114-127. .
- Maersk, 2005. Cool Facts. Creating opportunities in global commerce. Copenhagen, Dinamarca, 35 pp.
- MARM. 2009. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Anuario 2010. Publicación elaborada por la Secretaría General Técnica. Subdirección General de Estadística. Madrid, España. NIPO: 770-09-265-1. Catálogo General de Publicaciones Oficiales. 1219 pp.
- Sánchez, R.; Ulloa, M. 2008. El transporte marítimo internacional de América Latina y el Caribe, año 2007. FAL: Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y el Caribe. 267: 1-4.
- Thompson, J.; Brecht, P.; Hinsch, T.; Kader, A. 2003. Marine container transport of chilled perishable produce. University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication 21595. 33 pp.
- Thompson, J. 2007a. Sistemas de almacenamiento. En: Kader, A. (Ed.). Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. Cap. 12: 131-148. Universidad de California. Series de Horticultura Postcosecha 24. 3ª Edición. California, Estados Unidos. 571 pp.
- Thompson, J. 2007b. Transporte. En: Kader, A. (Ed.). Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. Cap. 20: 295-306. Universidad de California. Series de Horticultura Postcosecha 24. 3ª Edición. California, Estados Unidos. 571 pp.