

¿CUÁL ES EL MEJOR SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS? COMPARATIVA ENTRE REFRIGERACIÓN DIRECTA CON R-717 E INDIRECTA CON R-717 Y AGUA GLICOLADA

L. Torregrosa^a, J. Garcia^b, M. Planes^a, E. Fons^c

^a Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Lleida

^b Industrial Leridana del Frío S.L. (ILERFRED), Lleida

^c Universitat de Lleida (UdL)

En el mundo de la refrigeración cada vez se tiende más a la utilización del amoníaco (R-717), refrigerante tradicional que a temperatura ambiente es un gas incoloro, con un olor irritante, es fácilmente soluble y se evapora rápidamente. No es inerte como los orgánicos, pero tiene muy buenas características termodinámicas y carece de efectos sobre la capa de ozono, y por ello no está sujeto a impuestos especiales. Este hecho lo convierte en la tendencia actual, debido a que los refrigerantes orgánicos tienen altos impuestos por sus efectos negativos en el medio ambiente.

En la actualidad, los sistemas de refrigeración con amoníaco se pueden construir de dos tipologías distintas; realizando el intercambio de calor con el propio amoníaco como fluido frigorífero, los llamados sistemas directos, o de forma indirecta, refrigerando un segundo fluido encargado de transportar el calor desde el punto a refrigerar hasta el refrigerante primario. Usualmente el refrigerante secundario es agua con una cierta concentración de anticongelante en disolución, lo cual precisa de una instalación adicional de sistemas hidráulicos para su almacenaje y transporte.

El sistema directo está compuesto por compresor, condensador, evaporador, tanque separador líquido-gas, bombas, válvulas y otros accesorios. Por otro lado, el sistema indirecto se basa en un circuito primario análogo al directo, con el único cambio que el evaporador realiza la función de intercambiador entre el amoníaco y el agua glicolada. A éste, se añade un circuito secundario centrado en depósitos reguladores de gran capacidad a los que se conectan dos circuitos hidráulicos que constan cada uno de bombas, tuberías y accesorios. La inversión será, pues, superior en los sistemas indirectos, con incrementos de hasta el 15% respecto al directo.

Fijando la atención a los costos operativos cabe destacar que la temperatura de los recintos cerrados (cámaras) será la que requiera el producto, y por tanto, la misma en los dos sistemas. En cambio, la temperatura de evaporación en sistemas indirectos deberá ser, en general, inferior, ya que entre el amoníaco en evaporación y el aire de la cámara hay dos saltos térmicos intermedios. En cambio, en un sistema directo se realiza sólo un salto térmico. Es decir, en un sistema indirecto será necesario evaporar a temperaturas más bajas que en el directo. Puesto que en el intervalo normal de temperaturas de refrigeración, mediante amoníaco, se estima un 4% de incremento del coste energético por cada °C de disminución de la temperatura de evaporación, el sistema indirecto tendrá un sobrecoste energético respecto al directo. La necesidad de bombas de impulsión del agua glicolada puede suponer también un coste energético añadido, aunque los sistemas directos con R-717 suelen funcionar también con bombas de sobrealimentación, por lo que este factor debe ser analizado en cada caso.

Existe una posibilidad de mejorar los costes de la energía con los sistemas indirectos, consistente en usar los depósitos de agua glicolada para acumular frío en los períodos de bajo coste energético, haciendo que los compresores trabajen menos tiempo en horas punta. Ésta es, sin embargo, una ventaja que tiene un valor económico limitado, y que en ocasiones puede suplirse variando las consignas de temperatura en las cámaras para que el sistema frigorífico trabaje menos tiempo en horas punta y más en horas valle.

Pese que tanto los costes de inversión como los costos de operación son desfavorables a las instalaciones con refrigeración indirecta, hay bastantes operadores que se muestran satisfechos con estos últimos equipamientos. Los sistemas indirectos tienen una muy buena regularidad de producción de frío, dando una buena calidad a la fruta, especialmente en el control de la deshidratación.

El último de los aspectos relevantes en cuanto a la producción de frío con amoníaco es la seguridad. El R717 está clasificado como refrigerante L2 (seguridad media) y B2 (ligeramente inflamable, alta toxicidad). En caso de fuga su efecto tóxico afecta tanto a personas como al producto almacenado. Desde el punto de vista de la seguridad, las instalaciones indirectas son claramente superiores a las directas, ya que, las primeras utilizan menos refrigerante y además este queda confinado en la sala de máquinas.

Por tanto, se puede concluir que los sistemas directos con amoníaco requieren inversiones menores y generan menos costes energéticos durante la operación, mientras que los indirectos permiten una mayor seguridad frente a la toxicidad del amoníaco y, a juicio de algunos operadores, en larga conservación permiten un régimen de temperatura y humedad relativa más regular en cámara, lo que revierte en una mejor conservación y menor deshidratación de los frutos.