

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y APLICACIÓN POST-COSECHA DE HIELO SECO EN LA CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE FRUTILLAS (*Fragaria x ananassa*)

Sergio Carballo. Programa Horticultura, INIA-Las Brujas. scarball@inia.org.uy
Miguel Scalone. Ag. Zonal San José Sur-JUNAGRA. piraraja@adinet.com.uy

AGRADECIMIENTOS:

Deseamos agradecer al Sr. Juan Peisino, al Ing. Agr. José Ubilla, y a las empresas COWILFRUT y PRAXAIR por su colaboración en éste trabajo.

RESUMEN:

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, frutilla, hielo seco, postcosecha, conservación, firmeza, sólidos solubles totales.

Para la frutilla se recomienda un período comercial de hasta 7 días en condiciones adecuadas de almacenamiento. La conservación óptima está relacionada con el mantenimiento de la cadena de frío y el uso de atmósferas modificadas. El hielo seco (CO₂ congelado) es una alternativa para mantener temperaturas bajas y modificar la atmósfera durante el transporte. En éste experimento se cosecharon y preenfriaron frutillas, cv. Camarosa, del Depto. San José y se transportaron a INIA-Las Brujas donde se prepararon los siguientes tratamientos de almacenamiento con hielo seco (HS): 1) 2°C + HS a 18 kg/m³; 2) 2°C + HS a 2,4 kg/m³; 3) 2°C sin HS; 4) 10°C + HS a 5,6 kg/m³; 5) 10°C sin HS. Se evaluaron pérdidas de peso, pudriciones, aspecto externo, firmeza y sólidos solubles totales en la cosecha y a los 2, 7, 12 y 14 días subsiguientes. Se analizaron diferencias entre medias por el test de LSD con p<0,05%. El tratamiento 2 fue el que presentó mayor firmeza, menor pérdida de peso, menor presencia de frutos podridos y mejor aspecto externo durante los 14 días. El tratamiento 1 presentó más pudriciones desde los 7 días. El tratamiento 3 presentó menos firmeza y más pudriciones desde los 7 días y menos brillo en todo el período. El tratamiento 4 perdió rápidamente atributos comerciales desde los 7 días. El tratamiento 5 apenas mantuvo los atributos comerciales durante 2 días. El HS en una proporción entre 2,4 a 5,6 kg/m³ de contenedor en condiciones de almacenamiento que oscilen entre 2 y 10°C, fue beneficioso para prolongar la vida útil de las frutillas.

INTRODUCCION

La frutilla es un fruto altamente perecible y se recomienda un período comercial de hasta 7 días en condiciones de almacenamiento de 0+/-0,5°C y 90-95% HR (Mitchell, F.G. et al. 1996). La conservación de éste fruto está influenciada principalmente por cambios en apariencia (frescura, color y ausencia de enfermedades); textura (firmeza) y sabor (sólidos solubles totales, acidez).

En la zafra 2004 se comenzó a enviar frutillas desde Colonia Wilson, San José, hacia Europa por vía aérea (Ubilla, J. 2002) y por tanto se requirieron ajustes en la tecnología de conservación. Con el fin de resolver algunas restricciones planteadas, se propuso este trabajo en un convenio de cooperación INIA-JUNAGRA.

El hielo seco (CO₂ congelado) es utilizado como agente para mantener bajas temperaturas durante el transporte y a su vez como generador del gas CO₂ cuando se sublima (pasa de estado sólido a gas) a una temperatura de aproximadamente -78.5°C (<http://www.dryiceinfo.com/>). Este gas puede generar una atmósfera modificada beneficiosa para la conservación durante el transporte.

Atmósferas modificadas (AM) o controladas (AC) conteniendo 10 a 15% de CO₂ han reportado efectos de reducción de pudriciones por Botritis y de la tasa respiratoria (Mitchell, F.G: et al. 1996). Por lo tanto, las AM preservan la apariencia y textura de las frutillas aunque su efecto en el sabor no es claro (Dangyang Ke, et. al. 1991; Pelayo, C, et al. 2003). El objetivo del ensayo fue determinar el uso potencial del hielo seco (HS) para prolongar la vida útil de las frutillas.

MATERIALES Y METODO

Material Vegetal: El 27 de Octubre de 2004 se cosecharon frutillas de la variedad “Camarosa” de un establecimiento particular de la zona de Colonia Wilson, San José. Posteriormente se realizó el preenfriado por aire forzado en la planta de Cowilfruit donde se redujo la temperatura de pulpa de 7.6°C a 4.8°C en una hora. Luego, se trasladaron las frutillas en contenedor térmico con hielo seco hasta la Estación Experimental de INIA-Las Brujas. El peso medio de los frutos fue de 22,9 +/- 2,2 gs.

Preparación del experimento: En la EE-Las Brujas se prepararon parcelas consistentes en bandejas plásticas con 15 frutos seleccionados cada una. Luego, se utilizaron dos cámaras de frío a 2 y 10°C. En la cámara a 2 °C se utilizaron dos recipientes de sellado semi-hermético con un volumen de 0,045 m³ de capacidad cada uno, a los que se les colocó 810 grs. de HS (18 kg/m³) en uno y 110 grs. (2,4 kg/m³) en el otro y se dejó un testigo sin HS. En la cámara a 10°C se colocó otro recipiente de similares características con 250 grs. de HS (5,6 kg/m³) y un testigo sin HS.

Tratamientos

1	2°C + 810 HS
2	2°C + 110 HS
3	2°C
4	10°C + 250 HS
5	10°C

Evaluaciones: En el día de la cosecha (día 0) y a los 2, 7, 12 y 14 días, se evaluaron pérdidas de peso, pudriciones, aspecto externo, firmeza y sólidos solubles totales. El peso de la bandeja se evaluó en el día 0 y en cada fecha subsiguiente con balanza de +/-1 gr de precisión. Las pudriciones se evaluaron como presencia o ausencia en los frutos. El aspecto externo se evaluó en escala subjetiva del 1 al 5, siendo 2,5 el límite comercial. La firmeza de pulpa se midió utilizando un

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

penetrómetro Mc Cormick, con émbolo de 3 mm (Hietaranta, T. & M. Linna, 1999). El contenido de sólidos solubles totales (SST) se midió con un refractómetro AO REICHERT, modelo ABBE MARK II. Escala de 0 a 10 °Brix.

Análisis estadístico: El modelo utilizado fue completamente aleatorio de 25 tratamientos arreglados en un esquema factorial (5 condiciones de almacenamiento x 5 fechas de evaluación). Se utilizó la opción PROC GLM del programa SAS para el análisis de varianza entre tratamientos y fechas. Las diferencias entre medias se compararon por el test de LSD con $p < 0,05\%$. Existen diferencias entre tratamientos cuando la suma de dos desviaciones estándares fue significativa.

RESULTADOS

1. FIRMEZA

Las frutas conservadas a 10°C perdieron más firmeza durante el almacenamiento que las conservadas a 2°C. A los 7 días, las frutillas conservadas a 10°C sin HS, perdieron significativamente su firmeza respecto al resto de los tratamientos y si bien las conservadas a 10°C con HS más firmes, debieron retirarse posteriormente por pudriciones. El tratamiento a 2°C con 110 gr. de HS fue el que mantuvo mayor firmeza por todo el período.

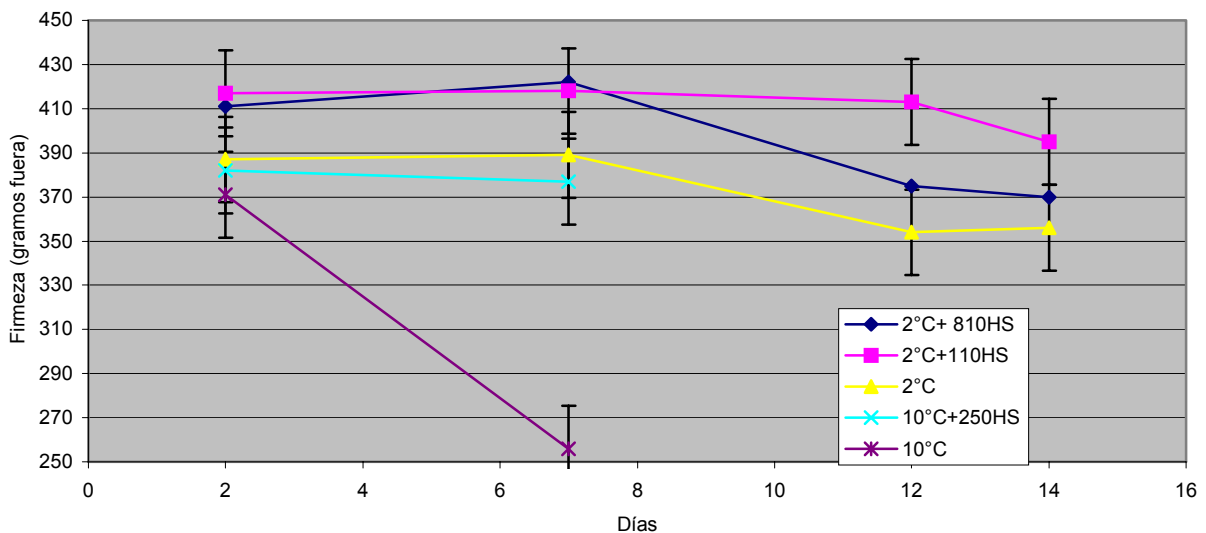


Figura 1. Evolución de la firmeza (expresada en gramos fuerza con puntero de 3 mm) medida en la pulpa de frutillas cv. Camarosa, a los 2, 7, 12 y 14 días desde cosecha y almacenadas bajo diferentes condiciones: Cámara a 2°C; HR 90-95% en recipientes con 18; 2,4 ó 0 kg de hielo seco por m³ y Cámara a 10°C; 90-95% HR con 5,6 ó 0 kg de hielo seco por m³. Barras verticales indican +/- desviación estándar.

2.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

Los SST no se diferenciaron entre tratamientos ni entre días de almacenamiento. Si bien se observaron diferencias a los 7 días, éstas pueden estar asociadas más al muestreo y no a los tratamientos.

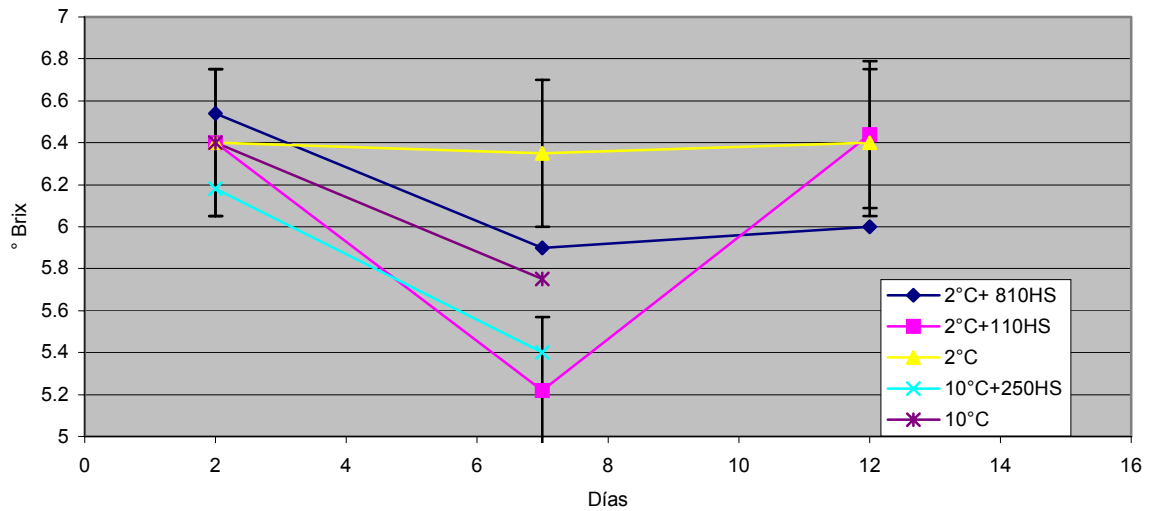


Figura 2. Sólidos solubles totales expresados en ° Brix de frutillas cv. Camarosa, a los 2, 7, 12 y 14 días desde cosecha y almacenadas bajo diferentes condiciones: Cámara a 2°C; HR 90-95% en recipientes con 18; 2,4 ó 0 kg de hielo seco por m³ y Cámara a 10°C; 90-95% HR con 5,6 ó 0 kg de hielo seco por m³. Barras verticales indican +- desviación estándar.

3.- PERDIDA DE PESO (PP)

Se observó una mayor PP en los frutos conservados a 10°C desde los 7 días en almacenamiento. Los demás tratamientos no se diferenciaron en la PP por deshidratación en todo el período.

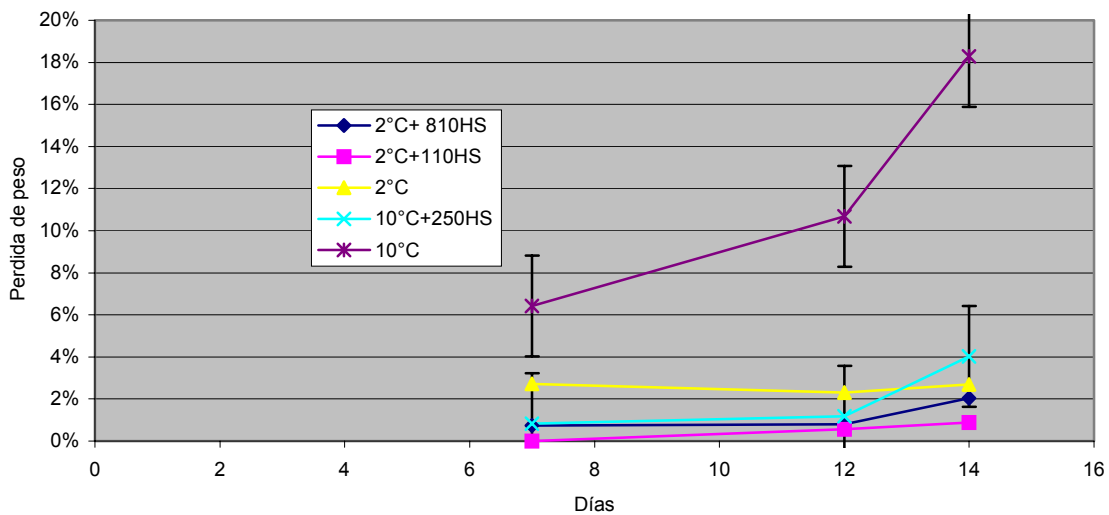


Figura 3. Perdida de peso en porcentaje de frutillas cv. Camarosa, a los 2, 7, 12 y 14 días desde cosecha y almacenadas bajo diferentes condiciones: Cámara a 2°C; HR 90-95% en recipientes con 18; 2,4 ó 0 kg de hielo seco por m³ y Cámara a 10°C; 90-95% HR con 5,6 ó 0 kg de hielo seco por m³. Barras verticales indican +- desviación estándar.

4.- PUDRICIONES

Los frutos conservados a 10 °C fueron los que se pudrieron más rápido, alcanzando el 100% a los 12 días. Los frutos conservados a 10°C con HS, aumentaron significativamente las pudriciones a partir de los 12 días. Los frutos conservados a 2°C con 110 grs. de HS, fueron los que se pudrieron menos en todo el período.

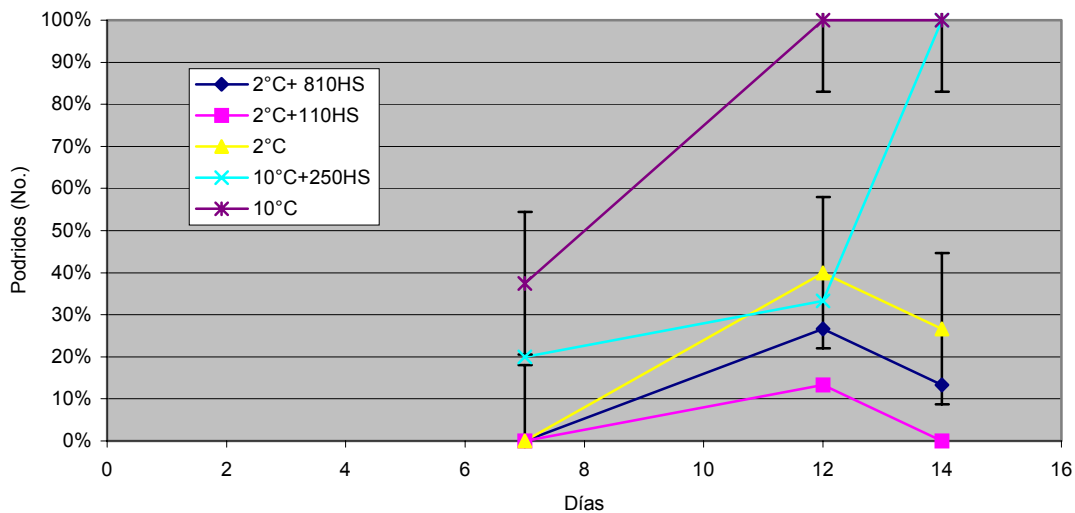


Figura 4. Evolución de las pudriciones (porcentaje en No.) de frutillas cv. Camarosa, a los 2, 7, 12 y 14 días desde cosecha y almacenadas bajo diferentes condiciones: Cámara a 2°C; HR 90-95% en recipientes con 18; 2,4 ó 0 kg de hielo seco por m³ y Cámara a 10°C; 90-95% HR con 5,6 ó 0 kg de hielo seco por m³. Barras verticales indican +- desviación estándar.

5.- ASPECTO EXTERNO (AE)

Los frutos conservados a 10°C fueron los que desmejoraron más rápidamente su AE, como consecuencia del deterioro producido. Sin embargo, el tratamiento a la misma temperatura con 250 gr. de HS redujo la velocidad de deterioro. Las causas del mismo se debieron principalmente a la deshidratación y la presencia de pudriciones. Las frutillas conservadas a 2°C sin HS, presentaron una falta de brillo en todo el período que afectó su AE. Los frutos conservados a 2°C con 110 gr. ó 810 gr. de HS fueron los que mantuvieron mejor su AE.

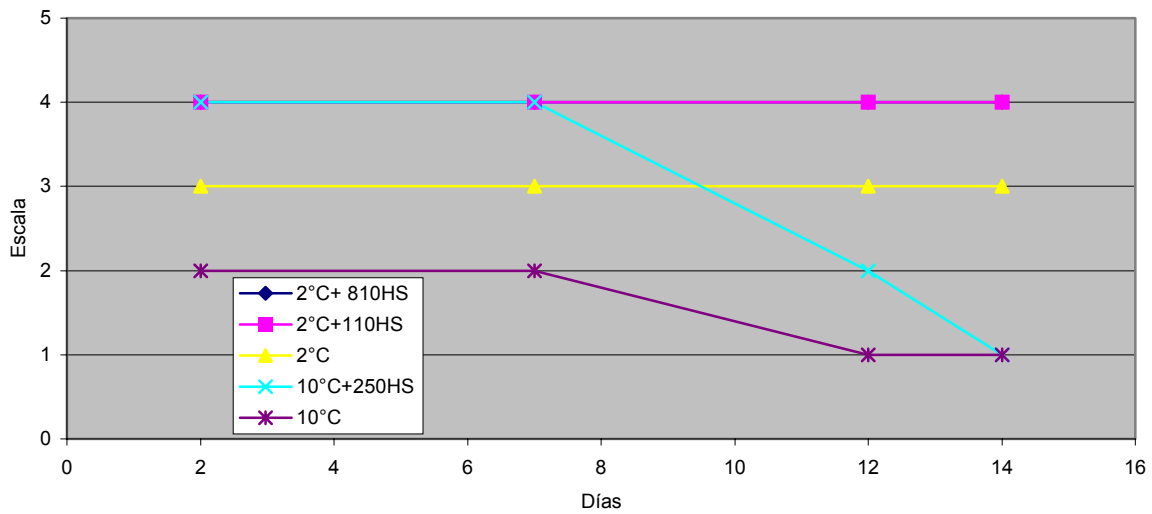


Figura 5. Evolución del aspecto externo (en escala subjetiva 1= desagrado al 5 = excelente) de frutillas cv. Camarosa, a los 2, 7, 12 y 14 días desde cosecha y almacenadas bajo diferentes condiciones: Cámara a 2°C; HR 90-95% en recipientes con 18; 2,4 ó 0 kg de hielo seco por m³ y Cámara a 10°C; 90-95% HR con 5,6 ó 0 kg de hielo seco por m³.

CONCLUSIONES

Las frutillas conservadas a 2°C y HS en la proporción de 2,4 kg/m³ de contenedor, fueron las que mantuvieron mayor firmeza, menor PP, menor presencia de frutos podridos y mejor AE durante los 14 días de almacenamiento. Sin embargo, las frutillas conservadas a la misma temperatura pero con HS, en la proporción de 18 kg/m³ de contenedor, no tuvieron el mismo comportamiento. En éste tratamiento se observó un mayor número de frutos podridos, posiblemente por el efecto agresivo del HS. Por otra parte, las frutillas conservadas en la misma cámara, pero sin HS, se deterioraron más rápidamente luego de los 7 días debido a la pérdida de firmeza y peso con un mayor número de frutos podridos. Además, se observó que las frutillas de éste tratamiento mantenían un peor AE que las tratadas con HS.

Las frutillas conservadas a 10°C y HS en la proporción de 5,6 kg/m³ de contenedor, redujeron significativamente su firmeza y AE a partir de los 7 días en almacenamiento y aumentaron las pudriciones luego de los 12 días. Por otra parte, las frutas que se manejaron a la misma temperatura pero sin HS, se deterioraron más rápidamente, perdiendo firmeza, peso, AE y aumentando las pudriciones significativamente luego de los 2 días de almacenamiento.

En base a éstos datos, se puede estimar los riesgos de deterioro por el aumento de temperatura durante el transporte de las frutillas. Además, parece beneficioso para prolongar la vida útil el efecto de la atmósfera modificada que ocasiona la inclusión del HS en una proporción entre 2,4 a 5,6 kg/m³ de contenedor en condiciones de almacenamiento que oscilen entre 2 y 10°C.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Hietaranta, Tarja & Minna-Maria Linna. Penetrometric Measurement of Strawberry Fruti Firmness: Device Testing. Horttechnology. January-March 1999 9(1).

Hielo Seco. <http://www.dryiceinfo.com/>

Ubilla, J. 2002. Comercialización de Frutilla. Propuesta: Grupo Los Ocho de Colonia Wilson. PREDEG.

Pelayo, C, S.E. Ebeler, A.A. Kader. [Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5° C in air or air + 20 kPa CO₂](#). Postharvest Biology and Technology 27. 2003. (171-183)

Mitchell G. F.; Elizabeth Mitcham, James F. Thompson, Norman Welch. 1996. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 2442.

Dangyang Ke, Linda Goldstein, Michael O'Mahoney, and Adel A. Kader 1991. [Effects of Shhort-term Exposure to Low O₂ and High CO₂ Atmospheres on Quality Attributes of Strawberries](#). J.Food Sci. 56(1): 50-54.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

EFEECTO DEL MOMENTO DE EMPAQUE Y LA TEMPERATURA SOBRE LA CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE FRUTILLAS (*Fragaria x ananassa*)

Sergio Carballo. Programa Horticultura, INIA-Las Brujas. scarball@inia.org.uy
Miguel Scalone. Ag. Zonal San José Sur-JUNAGRA. piraraja@adinet.com.uy

AGRADECIMIENTOS:

Deseamos agradecer al Sr. Juan Peisino, al Ing. Agr. José Ubilla y al grupo de productores de COWILFRUT por su participación en éste trabajo.

RESUMEN:

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, frutilla, cosecha, postcosecha, empaque, conservación, firmeza, sólidos solubles totales, color.

La frutilla es muy perecible y en las principales zonas productoras del mundo se recomienda el empaque directo a campo y el preenfriado rápido posterior. Si bien en Uruguay ésta no es una práctica común, las nuevas exigencias comerciales requieren mejoras en la postcosecha. En éste experimento se prepararon los siguientes tratamientos: empaque a campo, empaque a galpón antes de enfriar o en cámara después del enfriado rápido. Luego, se transportaron las frutillas empacadas en Colonia Wilson, San José hasta la EE-Las Brujas donde se distribuyeron en cámaras a 2, 10 y térmico (con temperaturas cercanas a 20°C). A los 0, 2, 4, 7, 11 y 13 días desde la cosecha se evaluó firmeza, sólidos solubles totales, pérdida de peso, pudriciones, aspecto externo y color. Las frutas empacadas a campo y almacenadas a 2°C fueron las que se conservaron mejor y mantuvieron niveles comercialmente aceptables durante 11 días. Las frutas almacenadas a 10°C se conservaron a niveles aceptables durante aproximadamente 6 días y las almacenadas a 20°C por unos 2 días. El ablandamiento, la deshidratación y las pudriciones limitaron la conservación a esas temperaturas. Por otra parte las empacadas en cámara, fueron las que peor se conservaron, debido a la presencia de frutos podridos y manchados. Parece conveniente buscar alternativas para empacar a campo y si esto no fuera posible, el empaque a galpón previo al enfriado parece más conveniente que hacerlo luego de enfriar.

INTRODUCCION

La frutilla es un fruto altamente perecible y por lo tanto se recomienda el empaque a campo y el enfriado rápido posterior (Mitchell, F.G. et al. 1996). La conservación de éste fruto está altamente ligada con la reducción del manipuleo y el enfriado rápido.

En la zafra 2004 se comenzó a enviar frutillas desde Colonia Wilson, San José, hacia Europa por vía aérea a fin de desarrollar un plan de negocios (Ubilla 2002). Por lo tanto se requirieron ajustes en la tecnología de conservación. Con el fin de resolver algunas restricciones planteadas se propuso este trabajo en un proyecto de cooperación INIA-JUNAGRA.

El empaque a campo permite reducir el manipuleo de frutillas. Sin embargo, éste no se realiza en Uruguay debido fundamentalmente a la irregularidad de las precipitaciones durante el período de cosecha y a las dificultades de entrenamiento del personal. En la operativa normal de exportación se cosecha y se traslada a un galpón donde se realiza el empaque y posteriormente se realiza el enfriado. El objetivo de éste ensayo fue valorar alternativas que permitan mejorar la vida útil de frutillas por distintos sistemas de empaque y estudiar la conservación a diferentes temperaturas de almacenamiento.

MATERIALES Y METODO

Material Vegetal: Frutillas del cv. Camarosa de calidad de exportación seleccionada, provenientes de un establecimiento particular de la zona de Colonia Wilson, San José. El peso medio de los frutos fue de 18,3 +- 2,2 gs.

Preparación del experimento: En la mañana del 3 de diciembre de 2004 se cosecharon frutillas y empacaron en el campo en petacas plásticas (PET) con aproximadamente 500 grs de frutillas cada una (28,6 +-4,3 frutos). Un segundo lote se cosechó y trasladó a un galpón donde se realizó la selección y empaque en petacas. Un tercer lote fue trasladado directamente a cámara y preenfriado en los cajones de cosecha (con aproximadamente 4 kg de frutos c/u) y luego se realizó la selección y empaque en petacas. La temperatura de pulpa de las frutillas cosechadas entre las 8 y 10 hs. osciló entre 22 y 23°C. El preenfriado se realizó en cámara de Cowilfruit en unas dos horas aproximadamente, reduciendo la temperatura de pulpa hasta un promedio de 7,5°C. Posteriormente se trasladaron las muestras en contenedor térmico con hielo a la EE-Las Brujas donde se las almacenó en cámaras de frío a 2°C, 10°C ó manteniéndolos en el contenedor térmico que alcanzó los 20°C en 24 horas.

Tratamientos

	EMPAQUE	ALMACENAMIENTO
1	CAMPO	TERMICO
2	CAMPO	2°C
3	CAMPO	10°C
4	GALPON	TERMICO
5	GALPON	2°C
6	GALPON	10°C
7	CAMARA	TERMICO
8	CAMARA	2°C
9	CAMARA	10°C

Evaluaciones: En el día de la cosecha (día 0) y a los 4, 7, 11 y 13 días, se evaluaron pérdidas de peso, pudriciones, aspecto externo, firmeza, sólidos solubles totales y color. El peso de la bandeja se evaluó en el día 0 y en cada fecha subsiguiente con balanza de ± 1 gr de precisión. Las pudriciones se evaluaron como presencia o ausencia en los frutos. El aspecto externo se evaluó en escala subjetiva del 1 al 5, siendo 2,5 el límite comercial. La firmeza de pulpa se midió utilizando un penetrómetro Mc Cormick, con émbolo de 3 mm (Hietaranta, T. & M. Linna. 1999). El contenido de sólidos solubles totales se midió con un refractómetro AO REICHERT, modelo ABBE MARK II. Escala de 0 a 10 °Brix. El color de piel se midió con un cromómetro Minolta CR 200, utilizándose el sistema $L^*a^*b^*$. Se calculó la relación a^*/b^* para el análisis de evolución de color, siendo un mayor valor indicativo de un color más rojo y pérdida del color verde.

Análisis estadístico: El modelo utilizado fue completamente aleatorio de 45 tratamientos arreglados en un esquema factorial (3 sistemas de empaque x 3 temperaturas de almacenamiento x 5 fechas de evaluación). Se utilizó la opción PROC GLM del programa SAS para el análisis de varianza entre sistemas de empaque, temperaturas de almacenamiento y fechas. Las diferencias entre medias se compararon por el test de LSD con $p < 0,05\%$. Existen diferencias entre tratamientos cuando la suma de dos desviaciones estándares fue significativa.

RESULTADOS

2. FIRMEZA

Las frutas conservadas a 20°C perdieron más rápidamente la firmeza durante el almacenamiento que las conservadas a 10°C y éstas a su vez más que las conservadas a 2°C. Las frutillas almacenadas a ésta última temperatura no perdieron su firmeza hasta niveles críticos (alrededor de 300 gramos fuerza) en todo el período analizado.

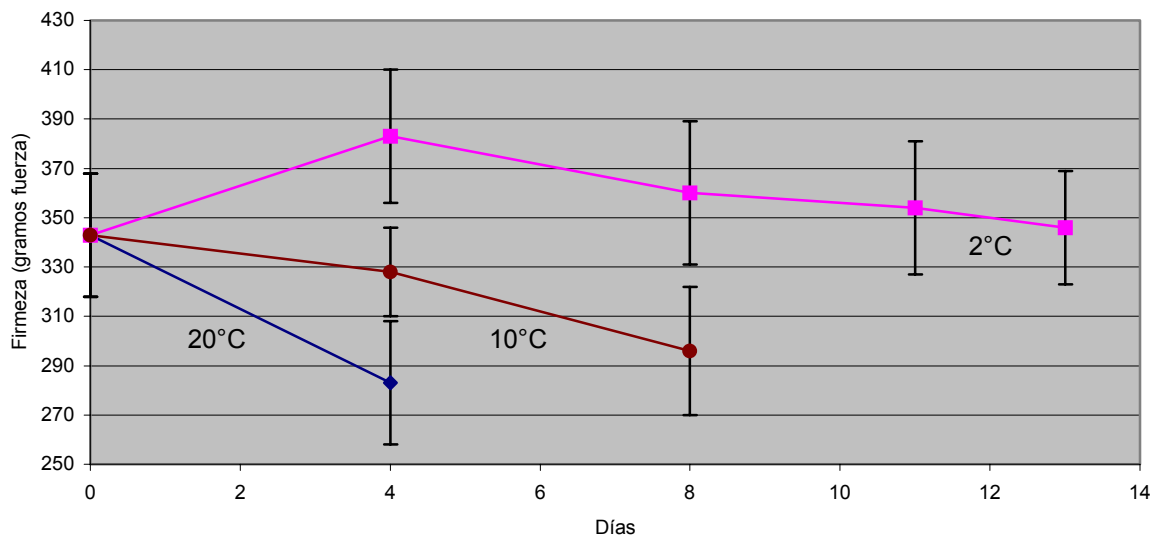


Figura 1. Evolución de la firmeza (expresada en gramos fuerza con puntero de 3 mm) medida en la pulpa de frutillas cv. Camarosa, a los 0, 4, 8, 11 y 13 días desde cosecha y almacenadas en cámara a diferentes temperaturas. Barras verticales indican \pm desviación estándar.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

No se observaron diferencias significativas en firmeza para los distintos sistemas de empaque. Sin embargo, el empaque a campo fue el que presentó un promedio de frutas más firmes en todo el período analizado.

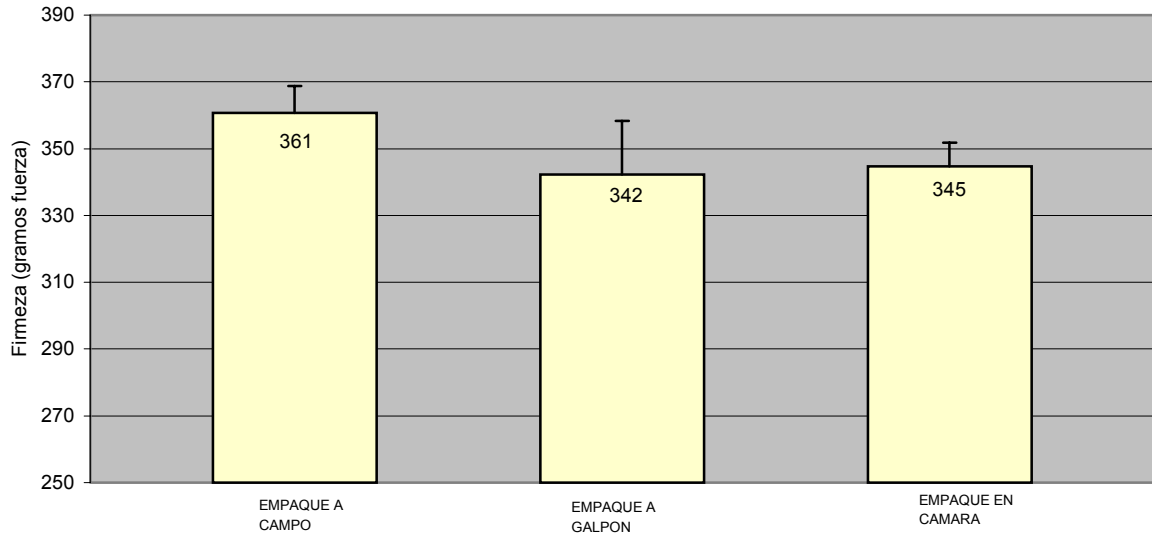


Figura 2. Firmeza media de los distintos sistemas de empaques (expresada en gramos fuerza con puntero de 3 mm) medida en la pulpa de frutillas cv. Camarosa durante los 13 días de almacenamiento en cámara a 2°C. Barras verticales indican desviación estándar.

2.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

Los SST se mantuvieron en un rango entre 7 y 8. Para un sabor aceptable se recomienda un mínimo de 7% de SST y/o un máximo de 0,8% de Acidez Titulable (Mitchell, F.G. et al. 1996). Los SST no variaron significativamente en el período ni para las diferentes temperaturas de almacenamiento. Esto indica que el sabor dulce de las frutillas no fue afectado por el almacenamiento.

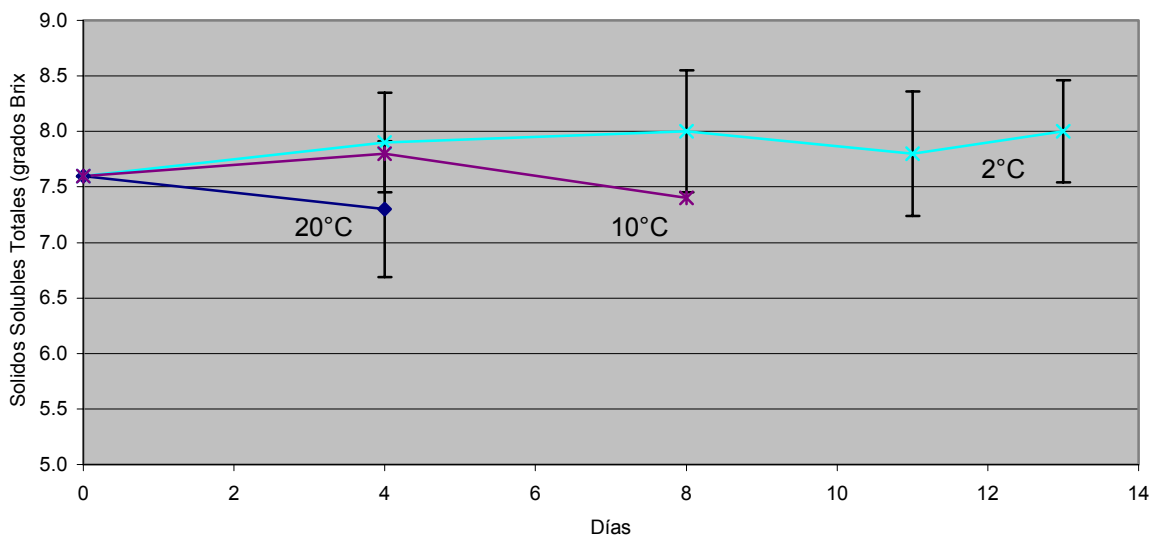


Figura 3. Sólidos solubles totales expresados en ° Brix de frutillas cv. Camarosa, a los 0, 4, 8, 11 y 13 días desde cosecha y almacenadas en cámara a diferentes temperaturas. Barras verticales indican +/- desviación estándar.

El empaque a campo presentó frutillas con menos SST que las empacadas en galpón o cámara. Esto puede explicarse por una menor selección por madurez en el empaque a campo.

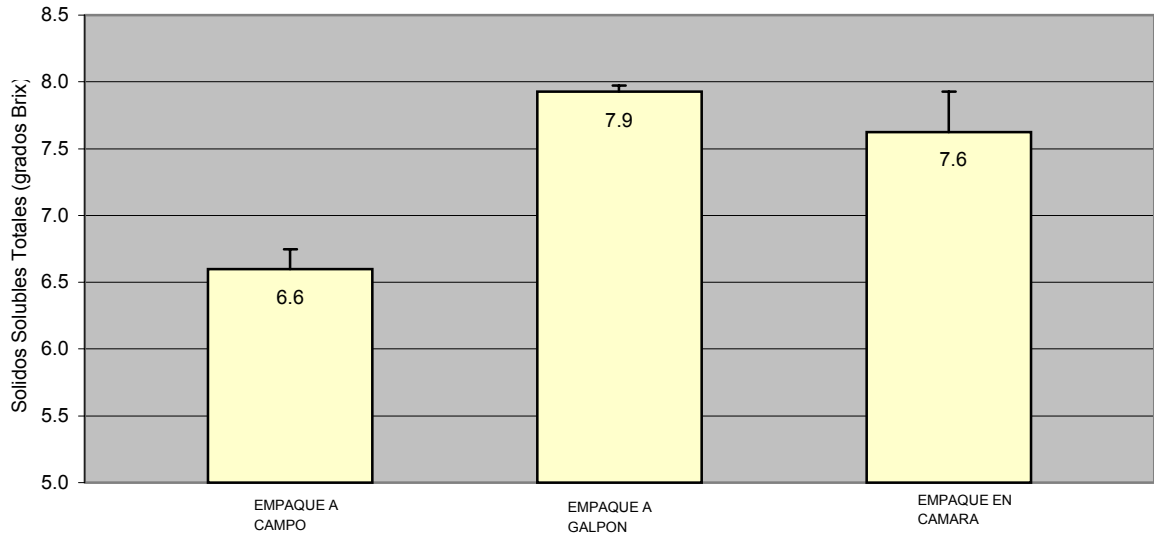


Figura 4. Sólidos solubles totales medios de distintos sistemas de empaque expresados en ° Brix de frutillas cv. Camarosa, durante los 13 días de almacenamiento en cámara a 2°C. Barras verticales indican desviación estándar.

3.- PERDIDA DE PESO (PP)

Se observó una mayor PP en los frutos conservados a mayor temperatura. Cuanto más alta la temperatura mayor fue la tasa de PP. La PP indica deshidratación, sin embargo, no fue esta una causa visible del deterioro y por lo tanto no se alcanzaron niveles de PP críticos en ninguno de los tratamientos.

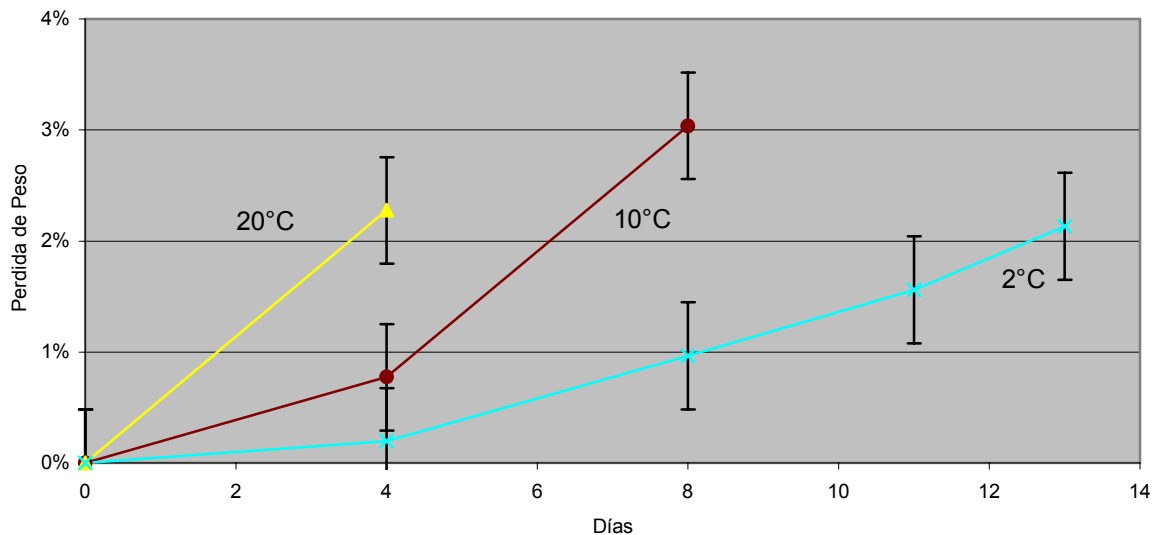


Figura 5. Pérdida de peso en porcentaje de frutillas cv. Camarosa, a los 0, 4, 8, 11 y 13 días desde cosecha y almacenadas en cámara a diferentes temperaturas. Barras verticales indican +/- desviación estándar.

No se observaron diferencias significativas en la PP entre los distintos sistemas de empaque.

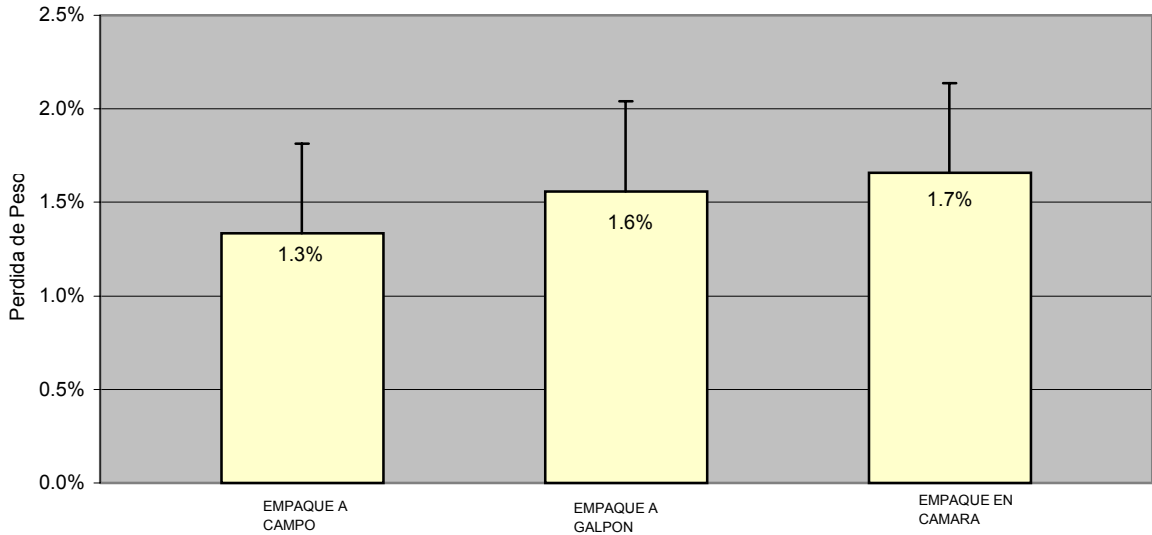


Figura 6. Perdida de peso medio en distintos sistema de empaque como porcentaje de frutillas cv. Camarosa, a los 11 días desde cosecha y almacenadas en cámara a 2°C. Barras verticales indican desviación estándar.

4.- PUDRIFICIONES Y MANCHADO

Los frutos conservados a mayor temperatura fueron los que se pudrieron más rápido. Se encontró una muy baja presencia de frutos podridos durante todo el período en las frutas almacenadas a 2°C. Las pudriciones observadas fueron principalmente por Moho gris (*Botrytis* sp.) y Rizopus (*Rhizopus* sp.).

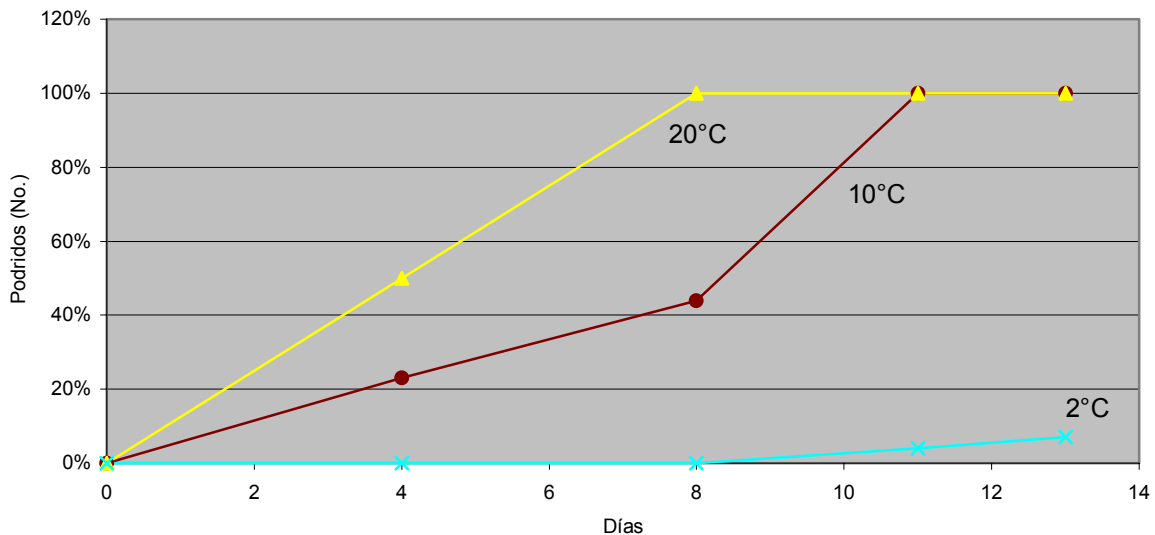


Figura 7. Evolución media de las pudriciones (porcentaje en No.) de frutillas cv. Camarosa, a los 0,4, 8,11 y 13 días desde cosecha y almacenadas en cámara a diferentes temperaturas.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

Se observó presencia de frutos con manchas oscuras desde los 8 días en cámara a 2°C. Los frutos empacados a campo fueron los menos afectados por las pudriciones y manchas.

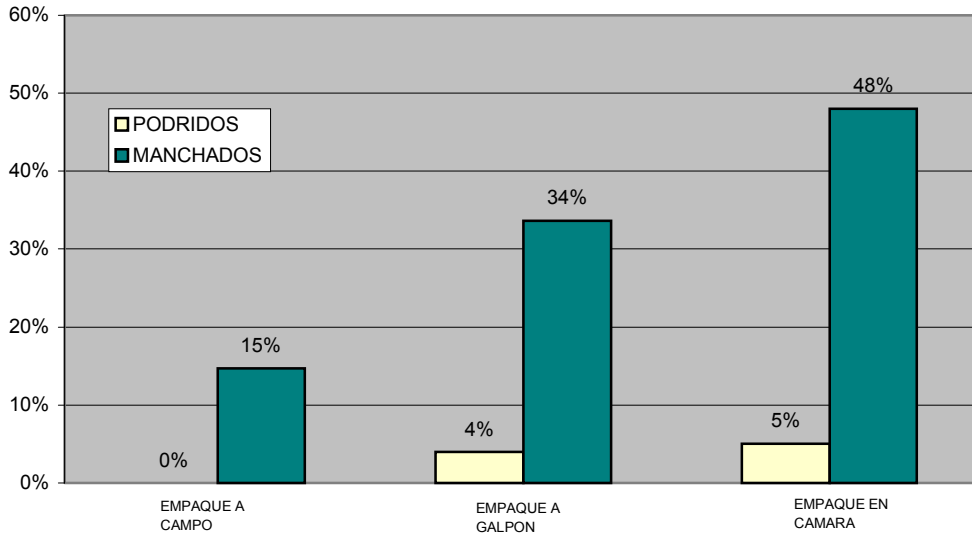


Figura 8. Evolución media de las pudriciones y manchados (porcentaje en No.) de frutillas cv. Camarosa, a los 11 días desde cosecha y almacenadas en cámara a 2°C.

5.- ASPECTO EXTERNO (AE)

Los frutos conservados a mayor temperatura redujeron más rápidamente su AE como consecuencia del deterioro producido. Si asumimos que 3 es el nivel crítico de aceptación, las frutas conservadas a 20°C alcanzaron éste nivel en el entorno de los 2 días, a 10°C en el entorno de los 6 días y a 2°C a los 11 días de conservación.

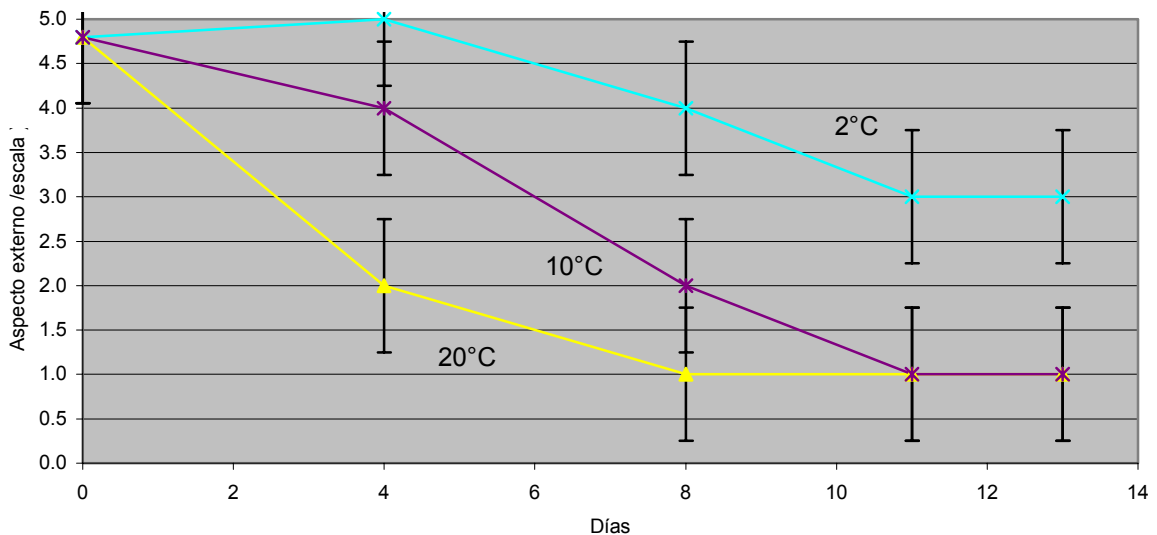


Figura 9. Evolución del aspecto externo (en escala subjetiva 1= desagradado al 5 = excelente) de frutillas cv. Camarosa, a los 0, 4, 8, 11 y 13 días desde cosecha y almacenadas en cámara a diferentes temperaturas. Barras verticales indican +/- desviación estándar.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

Las frutas empacadas en cámara fueron las que presentaron un peor AE, relacionado principalmente con la cantidad de frutos manchados y podridos.

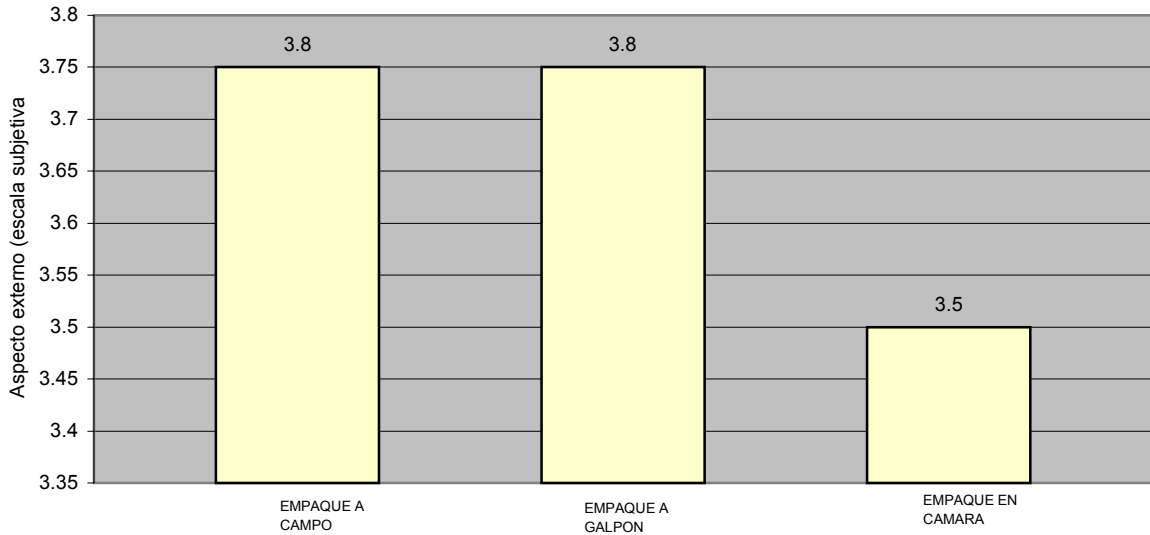


Figura 10. Aspecto externo medio (en escala subjetiva 1= desagradado al 5 = excelente) de frutillas cv. Camarosa, durante 13 días de almacenamiento en cámara a 2°C.

6.- COLOR EXTERNO

El color externo de las frutillas viró levemente hacia el rojo durante el almacenamiento. Este cambio fue más pronunciado cuanto más alta fue la temperatura de almacenamiento. Sin embargo, se observó una gran variación entre frutos. Este cambio ha sido explicado por Dangyang K. Et al (1991) principalmente por la pérdida de clorofila que se produce durante almacenamiento.

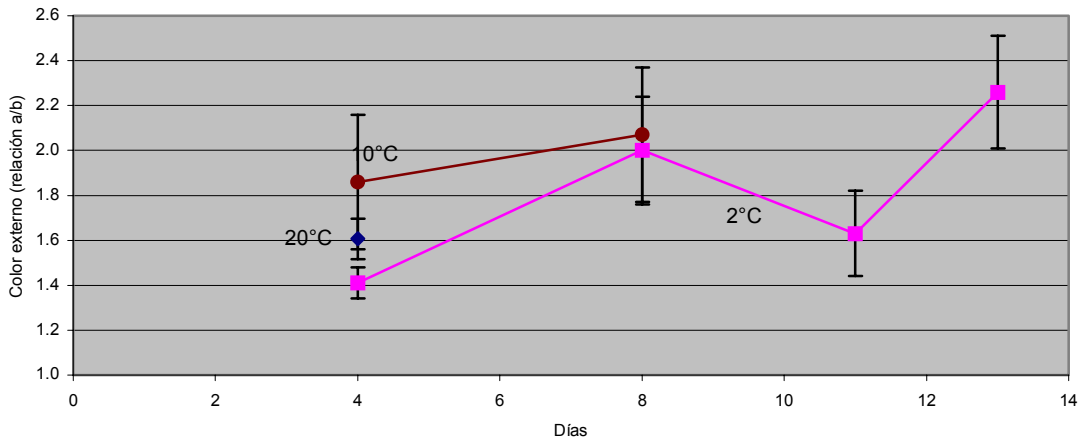


Figura 11. Evolución del color externo (relación a*/b* en cromómetro) de frutillas cv. Camarosa, a los 4, 8, 11 y 13 días desde cosecha y almacenadas en cámara a diferentes temperaturas. Un mayor valor indica un color más rojo. Barras verticales indican +/- desviación estándar.

No se observaron diferencias significativas en evolución del color externo por efecto del empaque.

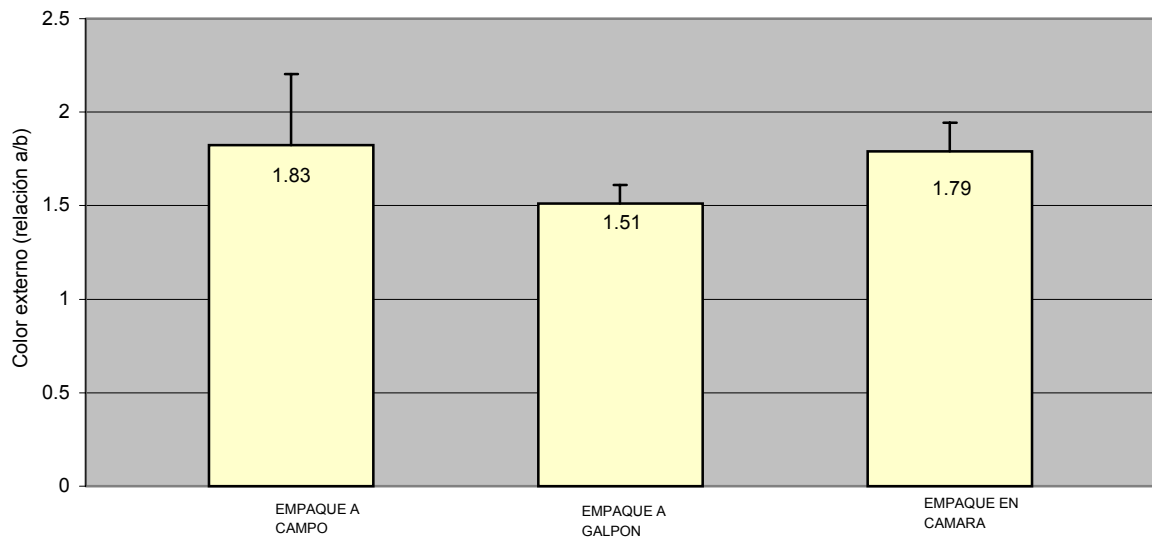


Figura 12. Color externo medio (relación a*/b* en cromómetro) de frutillas cv. Camarosa, durante 13 días de almacenamiento en cámara a 2°C. Un mayor valor indica color más rojo.

CONCLUSIONES

Las frutillas almacenadas a 2°C se conservaron hasta niveles comercialmente aceptables por 11 días. La presencia de frutos podridos y manchados limitaron la conservación.

Las frutillas almacenadas a 10°C se conservaron a niveles aceptables durante aproximadamente 6 días y las almacenadas a 20°C por unos 2 días. El ablandamiento, la deshidratación y las pudriciones limitaron la conservación a esas temperaturas.

Se observó que las frutas viraron levemente hacia el rojo en el período de almacenamiento. Los sólidos solubles totales no fueron afectados significativamente ni por la temperatura o la duración del almacenamiento tal como ha sido reportado por Mitcham, E.J., C.H. Crisosto and A.A. Kader. 1996. Además, el valor medio de SST superó los 7° Brix como nivel mínimo de aceptación recomendado.

Si bien Mitcham (Agriculture Handbook Number 66) recomienda no almacenar frutillas por más de 7 días a temperaturas cercanas a 0°C los datos indican que éste límite es muy exigente y podría extenderse algo más.

Las frutillas empacadas a campo presentaron menos sólidos solubles totales que las empacadas en galpón o cámara, indicando una menor selección por madurez a la cosecha. Sin embargo, no se pudrieron y tuvieron menos frutos manchados que los otros sistemas de empaque. Por ello se detectó una mejor conservación y aspecto externo en las empacadas a campo que los otros sistemas.

Por otra parte las frutillas empacadas en cámara fueron las que peor se conservaron, debido a los frutos podridos y manchados que alteraron su aspecto externo. Una primera observación sería que el manipuleo de frutillas enfriadas podría dañar más a las frutillas que si éstas no han sido enfriadas. No se observaron diferencias en firmeza, pérdida de peso o color por efecto del sistema de empaque. Parece conveniente buscar alternativas para empacar a campo y si esto no fuera posible el empaque a galpón previo al enfriado es más conveniente que empacar luego de enfriar.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agriculture Handbook Number 66 - <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66>

Hietaranta, Tarja & Minna-Maria Linna. Penetrometric Measurement of Strawberry Fruti Firmness: Device Testing. Horttechnology. January-March 1999 9(1).

Dangyang Ke, Linda Goldstein, Michael O'Mahoney, and Adel A. Kader 1991. [Effects of Short-term Exposure to Low O₂ and High CO₂ Atmospheres on Quality Attributes of Strawberries](#). J.Food Sci. 56(1): 50-54.

Mitcham, E.J., C.H. Crisosto and A.A. Kader. 1996. "Strawberry" in "Fresh Produce Facts" at website <http://postharvest.ucdavis.edu>.

Mitchell G. F.; Elizabeth Mitcham, James F. Thompson, Norman Welch. 1996. University of California. Handling Strawberries for Fresh Market. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 2442.

Pelayo, C, S.E. Ebeler, A.A. Kader. [Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5° C in air or air + 20 kPa CO₂](#). Postharvest Biology and Technology 27. 2003. (171-183)

Ubilla, J. 2002. Comercialización de Frutilla. Propuesta: Grupo Los Ocho de Colonia Wilson. PREDEG. Uruguay.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

ALTERNATIVAS DE PREENFRIADO DE FRUTILLA CON AIRE FORZADO

Juan Telesca. Facultad Ingeniería. UDELAR. jtelesca@fing.edu.uy

Sergio Carballo. INIA-Las Brujas. scarball@inia.org.uy

Mario Cabot. INIA-Las Brujas. mcabot@lb.inia.org.uy

AGRADECIMIENTOS:

Deseamos agradecer al Ing. Agr. Jorge Galmez y al Sr. Artigas por su participación en éste trabajo.

RESUMEN:

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, frutilla, enfriado, postcosecha, conservación.

La frutilla, al ser una fruta delicada, cuenta con problemas en el manejo postcosecha, el acondicionamiento y la conservación. Inmediatamente a la cosecha es necesario sacar rápidamente el calor de campo y mantenerlo en condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas (0 a 1°C), para que conserve su calidad. En este trabajo se evaluó el preenfriamiento con aire forzado de 216 kg de frutilla respecto de un testigo enfriado en cámara. En 100 minutos se logró bajar la temperatura de 19,1°C hasta 6,8°C correspondiente al diferencial térmico del 7/8.

Introducción

Las frutilla por ser un fruto no climatérico, no maduran fuera de la planta, por lo que, normalmente se recolectan cuando están completamente maduras o casi maduras. Luego de cosechadas mantienen una respiración muy alta, que aumenta con la temperatura. Cuanto mayor la temperatura mayor la respiración y por tanto mayor es el deterioro. El manejo habitual en nuestro país es cosechar temprano en la mañana, clasificar e inmediatamente llevar el producto hacia los consumidores. Como no se realiza ningún tratamiento de enfriado el producto se deteriora perdiendo calidad en unos pocos días. La experiencia internacional muestra que se puede mantener la calidad del producto por varios días con un apropiado manejo poscosecha. Este incluye un preenfriado inmediato a la cosecha y el mantenimiento de la cadena de frío hasta llegar al consumidor. Como la frutilla no se debe mojar, el único medio efectivo de preenfriamiento es con aire forzado. Se recomienda que las velocidades del aire sean entre 1 y 2 m/s hasta alcanzar una temperatura de 7/8 del diferencial térmico. El objetivo de éste trabajo fue evaluar la eficiencia del enfriamiento rápido con un modelo simple de túnel forzado.

Materiales y método

Se utilizaron 216 kg de Frutilla variedad Tudla dispuesta en bandejas de plástico de 6 kg. Se construyó un túnel californiano con las bandejas y se utilizó un ventilador axial de 0.5 HP potencia, diámetro exterior 0.55 m y diámetro del cubo 0.23 m. El conjunto fue instalado dentro de una cámara de almacenamiento construida en un contenedor de 20 pies adaptada con equipo de enfriamiento para tal fin. Como testigo se colocaron 10 bandejas iguales dentro de la cámara sin aire forzado. Se relevaron temperaturas iniciales y durante el proceso de enfriado. Se midió el caudal erogado por el ventilador y la velocidad de aire en las bandejas mediante un anemómetro de hilo caliente. Se pesaron antes y después del proceso las bandejas para evaluar posible pérdida de peso. Se midió la temperatura de la cámara a la salida del evaporador. Se correlacionó los datos experimentales con la solución de la ecuación de Fourier de campo con la hipótesis de que no existe gradiente de temperatura en el producto durante el proceso:

$$\frac{T - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} \equiv e^{-\left(\frac{h A t}{\rho c_p V}\right)}$$

en donde

T es la temperatura del producto (C)

T_i es la temperatura inicial del producto (C)

T_∞ es la temperatura del medio (C)

t es el tiempo (s)

h es el coeficiente convectivo del medio $\left(\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ C}}\right)$

k es la conductividad termica del producto $\left(\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ C}}\right)$

ρ es la densidad del producto $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

c_p es la capacidad calorifica del producto $\left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kg C}}\right)$

A es la superficie del producto (m^2)

V es el volumen del producto (m^3)

Resultados y análisis

Temperatura a la salida del evaporador 5.1°C

Calculo la temperatura 7/8: $T_{7/8} = 19.05 - 7/8(19.05 - 5.1) = 6.84^\circ\text{C}$

Tabla 1. Variación de la temperatura en función del tiempo

Tiempo (minutos)	Temperatura (C)		
	Túnel forzado		Testigo en cámara sin AF
	Fila superior	Fila inferior	
0	19.1	19	19
15	15	13	
30	12.2	12.1	
60	9.5	9.3	12.9
90	7	7.3	
120	6.9	6.2	12.7

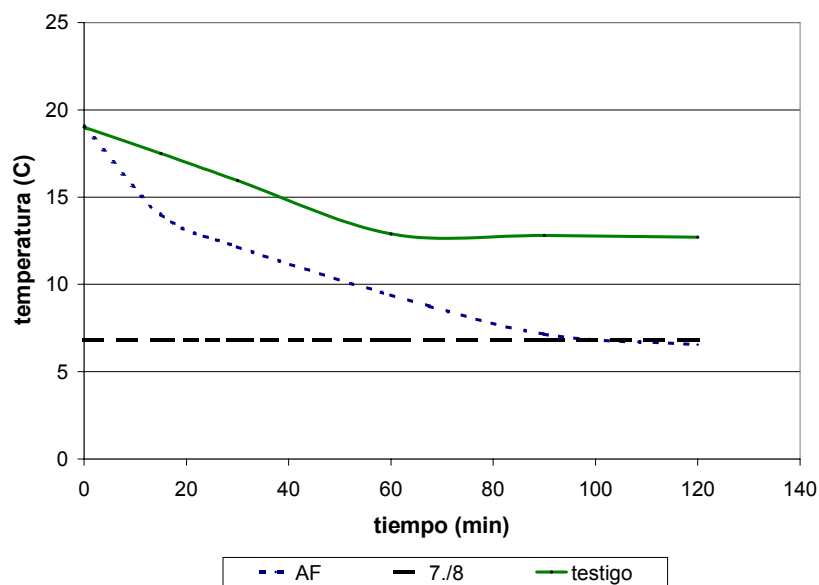


Gráfico 1. Variaciones de temperatura durante el enfriamiento

Tabla 2. Velocidad del aire a través del producto

Velocidad de aire (m/s)	
Fila superior	Fila inferior
1	0.4

Caudal de aire

La velocidad media a la salida del ventilador fue de 13.63 m/s y dado que el área es de 0.196 m², el caudal fue 2.67 m³/s.

Correlacionando los datos obtenidos se llega al siguiente modelo teórico:

$$T(t) = (T_i - T_\infty)e^{-(3.7 \times 10^{-4} \cdot t)} + T_\infty = (13.9)e^{-(3.7 \times 10^{-4} \cdot t)} + 5.1$$

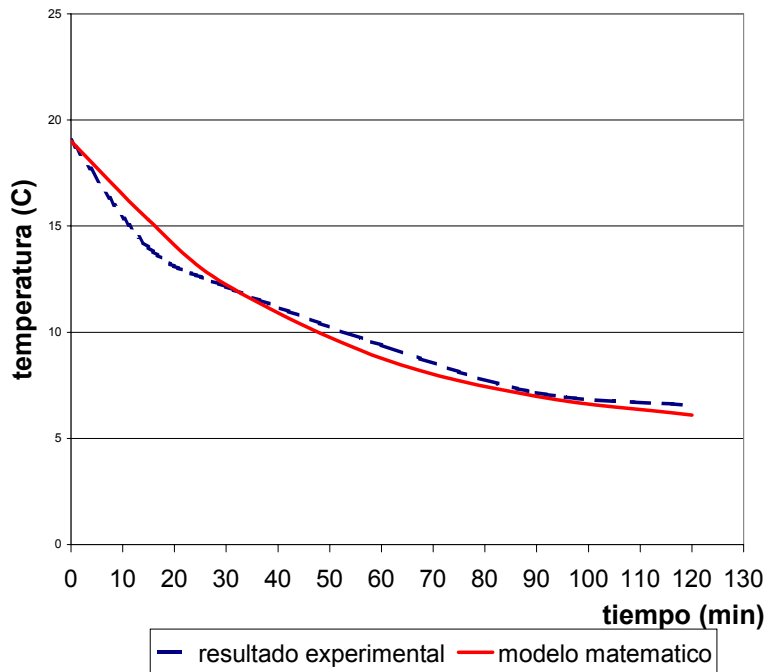


Gráfico 2. Resultado experimental y ecuación correlacionada con los datos obtenidos

Se puede observar que la ecuación obtenida describe bien el proceso. Se confirma la hipótesis del sistema mosaico.

Conclusiones

- El producto fue satisfactoriamente preenfriado en 100 minutos.
- No se detectó pérdida de peso.
- El producto testigo luego de 2 horas, a pesar de la temperatura de la cámara (5.1 C) se mantenía a alta temperatura (12.7 C).
- La correlación obtenida demuestra que es posible para un sistema dado establecer un modelo matemático para predecir la evolución de la temperatura en función del tiempo.

Sergio Carballo y Miguel Scalone. 2005. Efecto de la Temperatura y Aplicación Post-cosecha de Hielo Seco en la Calidad y Vida Útil de Frutillas. INIA-JUNAGRA.

Bibliografía

1. ASHRAE; 1998; Handbook; Chapter 14, Methods Of Precooling Fruits, Vegetables, And Cut Flowers.
2. Barbosa, L.A., S.L. Honorio, C.L. Moretti; 2002; Resfriamento de frutas e hortaliças; Embrapa; Brasília.
3. Bartsch, J.A., G.D. Blanpied; 1984; Refrigeration and controlled atmosphere storage for horticultural crops; Cooperative Extension Northeast Regional Agricultural Engineering Service; 42 p
4. Boyette, M.D., L.G. Wilson, E.A. Estes; 19XX; Postharvest cooling and handling. AG-414-1, AG-414-3, AG-414-4; The North Agricultural Extension Service; USA
5. Hardenburg, R.E., A.E. Watada, Chien Yi Wang; 1988; Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); Colección Investigación y Desarrollo N° 16; Costa Rica; 150 p; ISBN 92-90391472
6. Mitchell, F.G., R. Guillou, R.A. and Parsons; 1972; Commercial cooling of fruits and vegetables; University of California Agricultural Experiment Station Extension Service; Manual 43; 44p
7. Mitchell, F.G; 1992; Cooling Methods en Postharvest Technology of horticultural crops; University of California Division of Agriculture and Natural Resources, California.
8. Baghetti, H, 25, 26 y 27 de noviembre de 1993, Enfriamiento rápido, en Simposio Taller Tecnología poscosecha de frutas y hortalizas; Montevideo; 53 -71 pp
9. Stoecker, W. F.; 1965; *Refrigeración y acondicionamiento de aire*; McGraw Hill; Mexico; ISBN 0-07-61616
10. Sumner, P.E.; 1987; Commercial cooling of Georgia fruits and vegetables; Cooperative Extension Service The University of Georgia College of Agriculture; 12 p
11. Talbot, M.T., Khe V. Chau; Precooling Strawberries; Circular 942; Florida Cooperative Extension Service Institute of Food and Agricultural Sciences; University of Florida; 7 p
12. Thompson, J.F; 2004; Pre-cooling and estorage facilities; <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/011.precooling.pdf>

ANEXO 1:

Evaluación del preenfriado en módulo portátil.

