

(S1-P174)

APLICACIÓN DE TECNOLOGIAS LIMPIAS EN POSTCOSECHA DE TUNAS (*Opuntia ficus indica*)

SILVIA DEL C. RODRIGUEZ, RAMIRO M. CASOLIBA y ANA G. QUESTA

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía y Agroindustrias-
Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) N° 1912. Santiago del Estero (CP:
4200). Argentina. silviadepece@hotmail.com. Tel: 54-385-4509528 / 4370120

Palabras clave: conservación refrigerada- daño por frío – tratamientos térmicos – atmósferas modificadas pasivas – tratamiento UV-C

RESUMEN

En el noroeste de Argentina se desarrolla con éxito el cultivo de la tuna (*Opuntia ficus indica*), siendo una alternativa para la explotación de tierras en zonas semiáridas de baja fertilidad. Entre los principales problemas que presentan estos frutos destacan su rápido deterioro, las infecciones por microorganismos alterantes y su susceptibilidad al daño por frío a temperatura inferior a 12°C, limitando su conservación. El objetivo de este trabajo fue diseñar un proceso de conservación poscosecha de frutos de la variedad "amarilla sin espinas" mediante la aplicación de tecnologías sostenibles a fin de prolongar su vida útil. Se estudió el efecto del lavado (25°C, 5min) con: agua clorada (200ppm); b- ácido acético al 1% e hipoclorito de sodio (150ppm); c- sorbato de potasio (1500ppm). Se aplicaron tratamientos térmicos con agua a 50°, 53° y 55°C durante 3, 5 y 10 min y luz UVc (1-4 kJm⁻²). Los frutos se envasaron en bandejas de cloruro de polivinilo (PVC) que se recubrieron con distintos films: PVC (20 µm), polietileno de baja densidad (PEBD, 30 µm), un film de Grace (PD961, 30µm) y se almacenaron a 3 y 8°C. Los frutos testigos se conservaron a 20, 3 y 8°C. Los tratamientos se aplicaron solos y combinados. Semanalmente se determinó: pérdida de peso, aspecto general, presencia de podredumbres, daño por frío, desarrollo fúngico, intensidad respiratoria, ácido ascórbico, sólidos solubles, acidez y pH. Los tratamientos térmicos más efectivos para retardar el desarrollo fúngico y el daño por frío fueron: 53°C-3min. y 55°C-5min. La temperatura de conservación mas adecuada fue de 3°C y el film que permitió mantener mejor las características iniciales fue el PVC. Como principal conclusión, la combinación que se recomienda es el lavado con hipoclorito de sodio (200ppm-5min) seguido de inmersión en agua a 53°C-3min con sorbato de potasio (1500ppm), el recubrimiento con PVC y almacenamiento a 3°C, para lograr una vida comercial de 35 días. El tratamiento con UV-C no aportó beneficios adicionales.

APPLICATION OF CLEAN TECHNOLOGIES IN POSTHARVEST OF PEAR FRUIT (*Opuntia ficus indica*)

Keywords: refrigerated conservation – chilling injury – thermal treatments – passive modified atmosphere – UV-C treatment

ABSTRACT

In north of Argentina pear fruit (*Opuntia ficus indica*) grow with exit and its an alternative for semiarid land with low fertility. Between the firths problems that present those fruits are quick damage, infections because alternates microorganisms and its susceptibility at chilling injury at temperatures inferior of 12°C, limiting its conservation. The objective of this work was to design a process of post-harvest conservation of fruits of "yellow without spine" variety using sustainable technologies to extend its shelf life. Effect of washing (25°C, 5 min) with: chlorinated water (200ppm); b- 1% acetic acid and 150 ppm of sodium hypochlorite; c-1500 ppm of potassium sorbate was studied. Thermal treatments with water at 50°, 53° y 55°C during 3, 5 y 10 min and light UV-C (1-4 kJm⁻²) was applied. Fruits was packaged in polyvinyl chloride trays and covered with different films: PVC (20 µm), Low density polyethylene (PEBD, 30 µm), a Grace film's (PD961, 30µm) and was stored at 3 y 8°C. Witness fruits were conserved at 20, 3 y 8°C. All treatment was applied alone and combined. Weekly, loss weigh, general appearance, decay, chilling injury, development of fungus, respiratory intensity, ascorbic acid, soluble solids, acidity and pH, was determined. The thermal treatments more effective to delay development of fungus and chilling injury were 53°C-3min. y 55°C-5min. Temperature of conservation more suitable was 3°C and the film that permitted maintain initial characteristics was PVC. The combination recommended is washing with sodium hypochlorite (200ppm-10min) follow of immersion in water at 53°C-3min with potassium sorbate (1500ppm), recover with PVC and storage at 3°C to get a marketable life of 35 days was the first conclusion. Treatment with UV-C didn't contribute additional benefits.

INTRODUCCION

En la provincia de Santiago del Estero, los nopales de tuna (*Opuntia ficus indica*) son vegetales autóctonos dado que se desarrollan con éxito y en forma espontánea en regiones con clima árido y semiárido. Su cultivo se asocia con zonas marginales para la agricultura tradicional y es una alternativa para la explotación de tierras en zonas de baja fertilidad al prosperar en suelos más bien pobres y secos (Almendares et al., 1994).

El consumo en fresco de esta fruta se incrementó en los últimos años en México, Chile, Brasil e Italia. En los mercados europeos y de EE.UU. se considera a la tuna como un fruto exótico, por ello algunos países, entre ellos Argentina, han comenzado a explotar este cultivo en forma comercial (Sawaya et al., 1983).

Actualmente, en Argentina en las provincias del noroeste tales como Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja existen cultivos intensivos de la variedad amarilla de este fruto. Estos frutos sólo se comercializan en el ámbito local, sin ningún tipo de acondicionamiento y esporádicamente se realizan incursiones para comercializarlas en zonas más distantes. Sin embargo, existen muchos inconvenientes en la comercialización de estas frutas, debido a los problemas de postcosecha que presentan y dado que las características varietales son decisiva, como en otros vegetales, para la elección de las condiciones óptimas de conservación. Entre los principales problemas que presentan estos frutos se destacan su rápido deterioro si no se refrigeran, las infecciones por microorganismos alterantes y su susceptibilidad al daño por frío cuando las temperaturas de refrigeración son menores a 12°C.

Sin duda, para poder acceder a mercados internacionales se torna imprescindible ofrecer frutos de las características requeridas, que tengan una vida útil acorde al ciclo de comercialización pretendido y, al mismo tiempo, que la incidencia del daño sea mínima, ofreciendo productos competitivos de buena calidad.

En el ámbito nacional e internacional se han aplicado diferentes métodos individuales para tratar de minimizar las pérdidas postcosecha y/o retardar el daño por frío en las tunas. Entre ellos se pueden citar, la aplicación de atmósferas modificadas pasivas, logradas con el recubrimiento de películas de diferente permeabilidad, tratamientos con diferentes sustancias con efecto fungicida y tratamientos térmicos para retardar el daño por frío (Schirra y col., 1996, 1999, 2000 y 2002; Berger y col., 2002).

Por otra parte, en los últimos años se ha observado una importante demanda por parte de los consumidores de productos más sanos e inocuos, reduciendo el uso de productos químicos potencialmente nocivos para la salud humana y contaminantes para el medio ambiente. Así, las tecnologías limpias (métodos físicos) de conservación y tratamiento postcosecha adquieren mayor relevancia.

No existen antecedentes sobre la aplicación de tecnologías limpias combinadas (atmósferas modificadas, lavado con sustancias GRASS, tratamientos térmicos y luz UV-C) en tunas para tratar de prolongar su vida útil.

El objetivo de este trabajo fue diseñar un proceso de conservación postcosecha de tunas, mediante la aplicación combinada de tecnologías sostenibles tales como: atmósferas modificadas, tratamientos térmicos y luz UV-C, asociados con el lavado adecuado de los frutos, a fin de prolongar su vida útil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con tunas de la variedad amarilla sin espinas, recolectados en horas tempranas de la mañana en localidad de Pampa Mujoy, Departamento Capital de la provincia de Santiago del Estero-Argentina.

Las experiencias se llevaron a cabo de acuerdo a las siguientes etapas:

- lavado con distintas soluciones orgánicas grass.
- recubrimiento con diferentes películas plásticas comerciales.
- aplicación de tratamientos térmicos con agua y aire caliente.
- aplicación de luz uv-c.
- diseño del proceso postcosecha

Lavado con distintas soluciones orgánicas grass.

Las tunas se cosecharon, desespinaron y lavaron durante 5 min a 25°C con: a)-agua clorada (200ppm); b)- ácido acético al 1% e hipoclorito de sodio (150ppm) y c)-sorbato de potasio (1500ppm). Posteriormente los frutos se almacenaron en bandejas de pvc (6 tunas/bandeja) y se recubrieron con polietileno de baja densidad perforado. Las bandejas se almacenaron en cámaras refrigeradas a 3, 8 y 20° con una HR del 85-90% (18 bandejas por cada tratamiento y temperatura). Como control, se almacenaron tunas lavadas con agua, en similares condiciones a las tratadas con las diferentes soluciones. Semanalmente se analizaron los frutos, evaluando durante 5 semanas:

- Aspecto general externo (con panel entrenado y utilizando una escala hedónica de 1-9); donde 9: excelente; 6: límite de comerciabilidad; 5: regular; 1: muy deteriorado);

- Se evaluó visualmente el desarrollo de micelio de hongos en la superficie de los frutos, utilizando una escala de 9-1, correspondiendo 9: sin hongos; 7: desarrollo incipiente en la zona del pedúnculo, 5: desarrollo moderado en la zona del pedúnculo, 3: desarrollo moderado en toda la superficie, 1: desarrollo excesivo.

- Incidencia de daño por frío (con panel entrenado y utilizando una escala hedónica de 1-9; donde 9: sin incidencia de daño; 7; incidencia incipiente perceptible; 5: incidencia regular; 3; daño por frío moderado; 1: daño por frío excesivo (cubre más del 50% del fruto).

Efecto de diferentes películas plásticas en la conservación de las tunas

Los frutos desespinaados, lavados con solución de hipoclorito de sodio (200 ppm; 5min) y escurridos se envasaron en bandejas de pvc y recubrieron con las siguientes películas plásticas: cloruro de polivinilo (pvc, 20 μm), polietileno de baja densidad (pebd, 30 μm) y pd961 (grace, 30 μm) los cuales poseen las siguientes características de permeabilidad.

PVC: O₂ 620-2248 (cm³/m² 24 h); CO₂ 4263-8138 (cm³/m² 24 h), vapor de agua: >8 g/m².24 h.

PBD: O₂ 3900-13000 (cm³/m² 24 h); CO₂ 1700-77000 (cm³/m² 24 h), vapor de agua: 6-23,2g/m².24 h.

PD 961: O₂ 6000-8000 (cm³/m² 24 h); CO₂ 4263-8138 (cm³/m² 24 h), vapor de agua: >8 g/m².24 h.

Las bandejas se almacenaron a 3 y 8°C. Como frutos control se almacenaron tunas e bolsas de PEBD perforadas a 3, 8 y 20°C. Semanalmente se evaluó la pérdida de peso, intensidad respiratoria, producción de etileno, concentración de CO₂ en el interior de las bandejas y la calidad de los frutos, como se indicó anteriormente, evaluando: aspecto general externo; desarrollo superficial de hongos; incidencias de daño por frío.

Efecto de diferentes tratamientos térmicos

Se formaron grupos de 50 tunas cada uno y se realizaron los siguientes tratamientos:

- Con agua: 45°C (10 min y 20 min); 50°C (5 min y 10 min); 53°C (2 min y 5 min.); 55°C (3 min y 5 min.); 60°C (1 min.).

- Con aire: 38°C (1 y 2 días.); 40°C (3h y 6 h), 45°C (1,5h, 3h y 5 h); 50°C (1h); 55°C (1h.).

Posteriormente los frutos tratados se acondicionaron en bandejas de PVC y se recubrieron con film de PVC y se almacenaron a 3°C durante 6-7 semanas. Como testigos se almacenaron frutos sin tratamiento térmico. Para simular condiciones de venta, luego del almacenamiento refrigerado, los frutos se mantuvieron durante 7 días a 20°C.

Semanalmente se evaluó: aspecto general externo; desarrollo superficial de hongos; incidencia de daño por frío; características organolépticas (color, sabor y color interno); pH ; sólidos solubles (por refractómetro, expresando los resultados en °Bx) y firmeza (por penetrometría, expresando los resultados en Kg fuerza).

Aplicación de luz UV-C.

Las tunas se cosecharon, desespinaaron, lavaron con agua y se escurrieron. Los frutos se ubicaron en forma vertical en bandejas de PVC (6 tunas/bandeja) y se sometieron a diferentes dosis de luz UV-C (pico de emisión a 254 nm). Las bandejas se ubicaron debajo de un banco de 4 lámparas de UV-C (TUV G 30T8, 30 W, Philip) irradiándose las bandejas (10 por cada dosis) a una distancia de 30 cm para obtener dosis de 0 (control), 1, 2,5 y 4 KJm². La intensidad de flujo de las lámparas fue medido con un radiómetro digital (Cole-Permer Instrument Company, Vernon Hills, IL, USA). Luego del tratamiento las bandejas con las tunas se recubrieron con film de PVC y se almacenaron a 3° y 20°C. Semanalmente se evaluó: % de unidades infectadas por hongos y % de frutos dañados por frío.

Diseño del proceso postcosecha

Sobre la base de los resultados obtenidos se realizó el diseño del proceso de conservación, aplicando la combinación de los tratamientos que resultaron mas adecuados en forma individual. Posteriormente se realizaron experiencias aplicando el proceso desarrollado y se evaluó el efecto de la combinación de los tratamientos, analizando semanalmente y durante un período de 7 semanas se evaluó: aspecto general externo, desarrollo superficial de hongos, incidencia de daño por frío, características organolépticas (color, olor sabor), sólidos

solubles, ácido ascórbico (por titulación con 2-6 diclorofenol indofenol) y firmeza de los frutos.

Análisis estadístico: Los experimentos se realizaron de acuerdo a un diseño factorial, siendo los factores tratamiento térmico, temperatura y tiempo de almacenamiento. Se llevaron a cabo cuatro ensayos y cada determinación se realizó por triplicado. Se calcularon los valores medios de cada parámetro, las desviaciones estándar y los intervalos de confianza. Los datos se analizaron mediante ANOVA y las medias se compararon por un test LSD a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Lavado con distintas soluciones orgánicas grass

En las figuras nº1, 2 y 3 se presenta la evolución de la apariencia general, el desarrollo fúngico y el daño por frío en los frutos almacenados a 3°C.

Se determinó que la apariencia general de los frutos disminuyó lentamente con la conservación y no hubo diferencias significativas entre los tratamientos hasta las 3 semanas. A las 4 semanas las tunas tratadas con hclo fueron las que presentaron menor calidad visual. Los frutos no tratados luego de las 3 semanas disminuyeron notablemente su calidad, tornándose no comercializables especialmente cuando se realizó el pasaje a 20°C. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los frutos conservados a 3 y 8°C hasta el final del almacenamiento.

Al evaluar el desarrollo fúngico superficial se observó que al cabo de las 5 semanas de conservación refrigerada tanto a 3 como a 8°C, los frutos aun estaban en condiciones de ser comercializables, presentando valores medios superiores a 7, según la escala descrita en mym. Al realizar el pasaje a 20°C luego de las 5 semanas se observó que los frutos que evidenciaron menor desarrollo fúngico ($p < 0.05$) fueron los tratados con sorbato de potasio, manteniendo valores próximos a 7.

No se encontraron diferencias significativas en la evolución del daño por frío entre los frutos tratados con las distintas soluciones ni entre los frutos conservados a 3 y 8°C.

De acuerdo a las observaciones realizadas el lavado con sorbato de potasio es el tratamiento que permitiría mantener mejor las características de los frutos en forma global.

Recubrimiento con diferentes películas plásticas comerciales.

Se observó que el film que permitió conservar mejor las características organolépticas de los frutos fue el PVC, permitiendo mantener su calidad hasta los 28 días, retardando la manifestación del daño por frío que ocurre a esa temperatura; a ese tiempo la pérdida de peso fue de aproximadamente 4%, como se observa en la Figura 4.

Los sólidos solubles y el pH no presentaron variaciones significativas durante la conservación, manteniendo sus niveles entre 14-16 °Brix y 6,0 –6,2 respectivamente, durante todo el almacenamiento. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los frutos almacenados a 3 y 8°C.

Con PVC se alcanzaron atmósferas internas de mayor concentración de CO₂ ($P < 0,05$) alcanzando niveles de aproximadamente 3% a partir de los 14 días hasta el final del almacenamiento. Mientras que tanto con PBD y PD961, los niveles fueron de aproximadamente 1,5, desde el mismo tiempo, no encontrándose diferencias significativas entre estas dos películas (Figura 5).

La producción de etileno de los frutos recubiertos con los distintos films permaneció prácticamente sin variaciones durante todo el almacenamiento, tanto a 3 como a 8°C, manteniendo valores similares al inicial (1,1 ul/Kg h).

La actividad respiratoria de los frutos recubiertos con los diferentes films disminuyó hasta los siete días desde aproximadamente 27 ml/kg h, hasta niveles entre 3-12 ml/kg.h, según se observa la Figura 5. Posteriormente se mantuvo prácticamente sin variaciones en ese rango hasta el final de la conservación, en todos los casos. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) con los frutos control a 20°C, pero si con los frutos control a 3°C a partir de los 7 días con PVC y a partir 21 días con los recubiertos con PBD y PD 961.

Luego de la transferencia a temperatura ambiente, tanto para la producción de etileno como para la intensidad respiratoria, hubo un incremento significativo de este parámetro, siendo mayor que los correspondientes a 20°C, como consecuencia del daño por frío que sufrieron los frutos, como puede observarse en la Tabla N°1.

Aplicación de tratamientos térmicos con agua y aire caliente.

Los tratamientos realizados con agua caliente fueron más efectivos para mantener la calidad de los frutos, que los tratamientos con aire caliente (datos no mostrados). De los tratamientos térmicos con agua probados se observó que los mejores para mantener la apariencia general, retardar el daño por frío y el desarrollo fúngico fueron: 55°C, 3 min y 52°C, 5 min. No se encontraron diferencias significativas entre estos dos tratamientos, resultando por lo tanto ser equivalentes.

En la Figura 6 se presentan los resultados de la evaluación de la apariencia general de los frutos almacenados a 3°C y de los mantenidos a 3°C y transferidos a 20°C durante una semana, respectivamente. Los frutos tratados térmicamente y almacenados a 3° y 8°C presentaron una calidad visual buena y mayor que la de los no tratados, al cabo de los 28 días (Figura 6), por lo tanto el tratamiento térmico (55°C, 3 min o 52°C, 5 min) permitió aumentar el tiempo de conservación al mantener la buena calidad de los mismos cuando se almacenaron a 3° y 8°C.

En la Figura 7 se presentan los resultados obtenidos al evaluar el desarrollo fúngico superficial en los frutos almacenados a 3°C y en los frutos transferidos a 20°C. Se observó que al cabo de las 5 semanas los frutos tratados y conservados a 3°C presentaron menor desarrollo de hongos que los conservados a 8°C, manteniendo esta diferencia aún hasta las 7 semanas de almacenamiento.

En la Figura 8 se puede observar como evolucionó el daño por frío en las tunas conservadas a 3°C y en los frutos conservados y transferidos a temperatura ambiente. Al evaluar el daño por frío se observó la ventaja del tratamiento con agua caliente en su reducción. Así, el tratamiento térmico disminuyó significativamente el daño hasta los 28 días de conservación en los frutos almacenados a 3° y 8°C. Sin embargo, estas diferencias fueron menos notables al transferir los frutos a temperatura ambiente.

Se observó que el desarrollo de daño por frío así como el desarrollo de hongos no afectó los valores iniciales de los parámetros fisicoquímicos estudiados (sólidos solubles, firmeza y pH, manteniendo los valores de 12,5 °Bx, 3 Kg y 6 respectivamente). No se encontraron variaciones significativas en la evolución de ácido ascórbico durante el almacenamiento de frutos tratados con agua y conservados tanto a 3° y 8°C, permaneciendo en valores de aproximadamente 28 mg/100g (datos no mostrados).

Estos resultados demuestran que tratando los frutos con agua a 55°C, 3 min o 52°C, 5 min, podrían ser transportados refrigerados y transportados por vía marítima hasta países del hemisferio norte, ya que pueden mantener muy buena calidad para ser comercializados hasta 5 semanas.

Aplicación de luz UV-C.

En la tabla 2 se presenta el % de unidades infectadas por hongos y dañadas por frío según las dosis de luz uv-c aplicadas. Se observó que las dosis aplicadas de luz uv-c no fueron

efectivas en reducir el daño por frío ni en evitar el desarrollo fúngico, luego de las 5 semanas de almacenamiento. Por lo tanto se considera que sería necesario probar con dosis mayores.

Diseño del proceso de conservación.

El manejo de la temperatura de conservación fue el factor más importante en el mantenimiento de esta calidad de los frutos. Sin embargo, las bajas temperaturas pueden traer factores asociados adversos como es el caso del daño por frío en productos susceptibles como la tuna. En este producto, la temperatura de conservación adecuada resulta ser un compromiso entre la prolongación de la vida útil del producto y la incidencia del daño. Si bien se pueden usar temperaturas menores a las que provocan daño frío, es necesario combinar la refrigeración con algún otro tipo de tratamiento de reduzca la incidencia de este daño.

Sobre la base de los estudios realizados y de los resultados obtenidos, se diseñó el proceso para exportar tunas, el cual consta de las etapas, tal como se desarrolla en el diagrama de bloques que se presenta en la Figura 9.

Se determinó que aplicando el proceso descrito fue posible conservar los frutos hasta 7 semanas a 3°C, con un porcentaje del 92% de frutos de muy buena calidad. Si se tiene en cuenta que los frutos pueden ser mantenidos a temperatura ambiente durante la etapa de venta al consumidor directo, se recomienda que los frutos se mantengan a 3°C sólo durante 5 semanas para que luego del pasaje a 20°C los frutos sean aun comercializables con un porcentaje de tunas de buena calidad superior al 93%.

CONCLUSIONES

Es posible prolongar la vida útil de las tunas asociando la aplicación de diferentes tecnologías postcosecha. El tratamiento que se recomienda es el lavado con hipoclorito de sodio (200ppm-5min) seguido de inmersión en agua a 53°C-3min con sorbato de potasio (1500ppm), el recubrimiento con pvc y almacenamiento a 3°C, para lograr una vida comercial de 35 días.

Por lo tanto, la aplicación de tecnologías limpias combinadas abre un nuevo espectro de posibilidades tecnológicas tendientes a obtener frutos de calidad, sanos e inocuos sin la utilización de productos químicos potencialmente nocivos y contaminantes del medio ambiente.

Es necesario aplicar dosis de luz uv-c superiores a 4 kJm⁻² y evaluar si tiene efectos benéficos en el retardo de la aparición del daño por frío y disminuir la incidencia del desarrollo fúngico superficial en las tunas de la *variedad amarilla sin espinas*.

AGRADECIMIENTOS

AL CICYT-UNSE Y AL FONCYT POR EL FINANCIAMIENTO A TRAVÉS DEL PROYECTO PICTR2002- 00126.

BIBLIOGRAFÍA

- Almendares, L.; Berger, H.; Saenz, C. 1994. Actas del VI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 458-460.
- Cantwell, M.1995. Post harvest management of fruits and stems. p. 132. In: Barbera, G., Inglese, P. & Pimienta-Barríos, E., (eds). Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO Plant Production and Protection. Rome: FAO. 216 pp.

- Felker, P.; Soulier, C.; Leguizamon, G.; Ochoa, J. 2002. A comparison of the fruit parameters of 12 *Opuntia* clones grown in Argentina and the United States. *Journal of Arid Environments*. 52: 361-370.
- Felker, P.; Rodriguez, S.; Casóliba, R.; Filippini, R.; Medina, D.; Zapata, R. 2005. Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. *J. Arid Environments*. 60 (3): 405-422.
- Inglese, P.; Barbera, G.; & La Mantia, T. 1995. Research strategies in the development of cactus pear (*Opuntia* spp.) for fruit production. *Journal of Arid Environments*. 29: 455-468.
- Parish, J.; Felker, P. 1997. Fruit quality and production of cactus pear (*Opuntia* spp) clones selected for increased frost hardiness. *Journal of Arid Environments*. 37: 123-143
- Sawaya W. N.; Khatchadourian, H.A.; Safi, W. M.; Al-Muhammad, H. M. 1983. Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *J. Food Technol*. 18: 183-93.
- Saenz, C. 2000. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp) fruits and cladodes. *Journal of Arid Environments*. 46: 209-225.
- Schirra, M.; Barbera, G.; D'Aquino, S.; La Mantia, T.; McDonald, R.E. 1996. Hot dips and high-temperature conditioning to improve shelf life quality of late-crop cactus pear fruit. *Tropical Science*. 36: 159-165.
- Schirra, M.; Inglese, P.; La Mantia, T. 1999. Quality of cactus pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill) fruit in relation to ripening time, CaCl₂ pre-harvest sprays and storage conditions. *Scientia Horticulturae*. 81: 425-436.
- Schirra, M.; D'hallewin, G.; Ben-Yehoshua, S.; Fallik, E. 2000. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. *Postharvest Biology and Technology*. 21: 71-85.
- Schirra, M.; Brandolini, V.; Cabras, P.; Angioni, A.; Inglese, P. 2002. Thiabendazole uptake and storage performance of cactus pear (*Opuntia ficus indica* (L) Mill. Cv. Gialla) fruit following postharvest treatments with reduced doses of fungicide at 52C. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 50: 739-743.

TABLAS Y FIGURAS

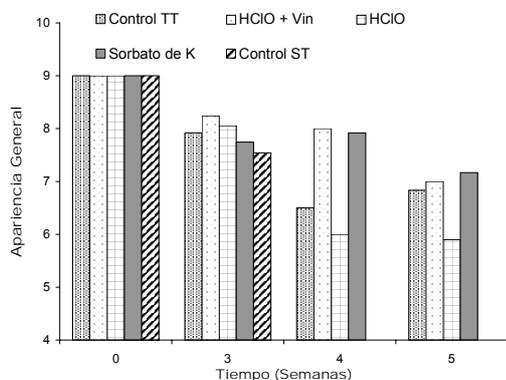


Figura 1: Evolución de la apariencia general de tunas tratadas con distintas soluciones previas al envasado y conservadas a a 3°C. DLS ($\alpha=0,05$): 0,71

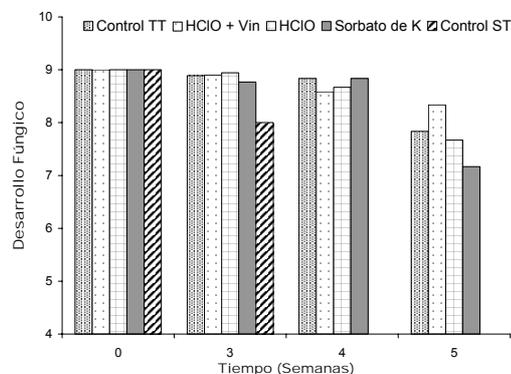


Figura 2: Evolución del desarrollo fúngico en tunas tratadas con distintas soluciones y almacenadas a 3°C. DLS ($\alpha=0,05$): 0,63

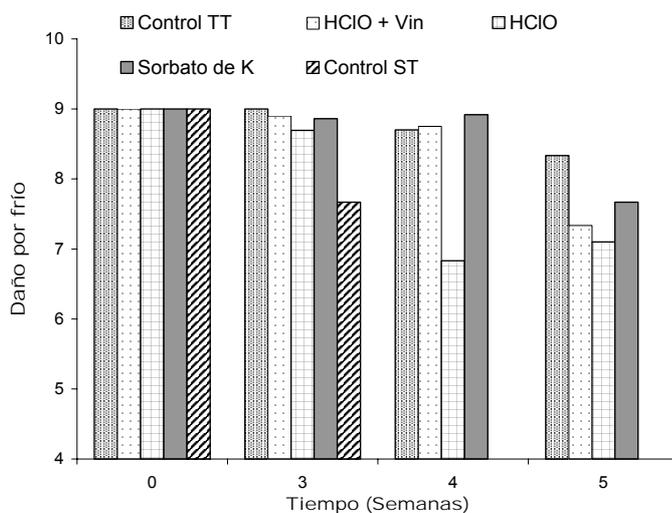


Figura 3: Incidencia del daño por frío en tunas tratadas con diferentes soluciones y conservadas a 3°C. DLS ($\alpha=0,05$): 0,74

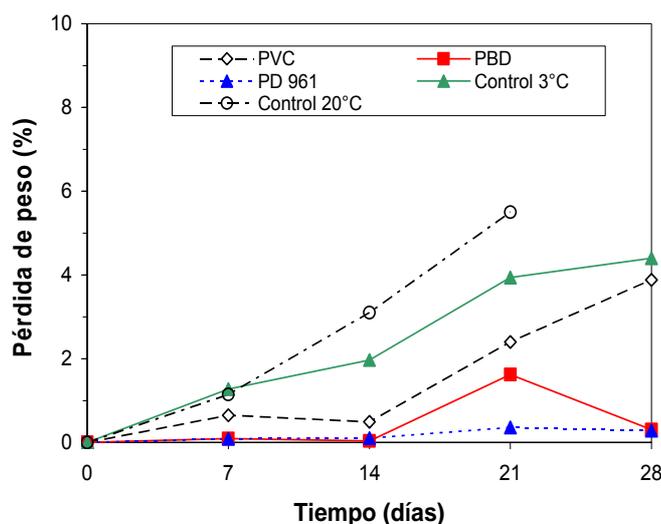


Figura 4: Pérdida de peso de tunas (*Opuntia ficus indica*) var. Amarilla sin espinas, durante el almacenamiento a 3°C y recubiertas con diferentes películas plásticas. DLS ($\alpha=0,05$): 0,31

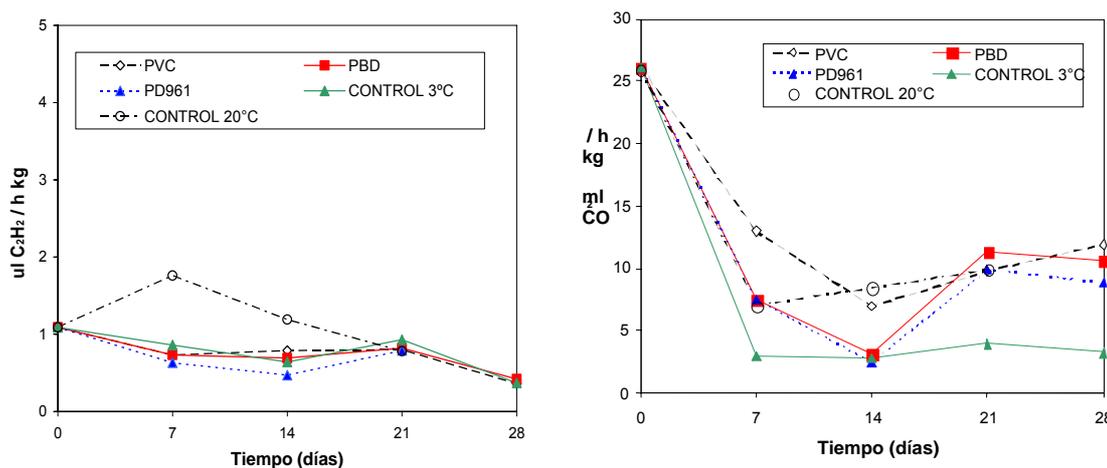


Figura 5: Producción de etileno e intensidad respiratoria de tunas recubiertas con diferentes películas plásticas almacenadas a 3°C. DLS Etileno ($\alpha=0,05$): 0,5; DLS Intensidad respiratoria ($\alpha=0,05$): 7,2

Tiempo(días)	PVC	PBD	PD 961	Control a 3°C	Control a 20°C
7d + 2 d a 20°C	36.27	34.00	41.67	26.12	15.09
14d + 2 d a 20°C	58.36	54.81	53.81	31.94	23.82
21d + 2 d a 20°C	53.36	53.83	49.21	27.78	SD*
28d + 2 d a 20°C	4.68	80.15	45.33	20.66	SD*

* Todos los frutos fueron descartados, pues estaban en malas condiciones para ser comercializados.

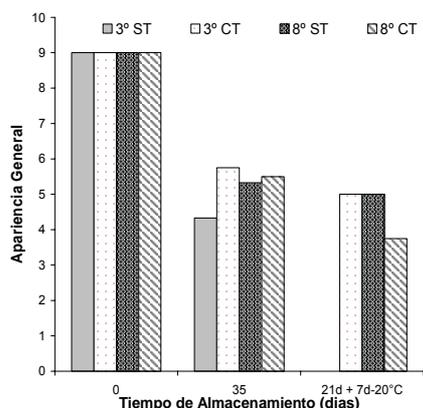


Figura 6: Influencia del tratamiento térmico y de la temperatura de almacenamiento sobre la apariencia general de tunas de la variedad amarilla sin espinas. CT: tratamiento con agua 55° C - 3 min; ST: sin tratamiento. DLS ($\alpha=0,05$) : 1,1

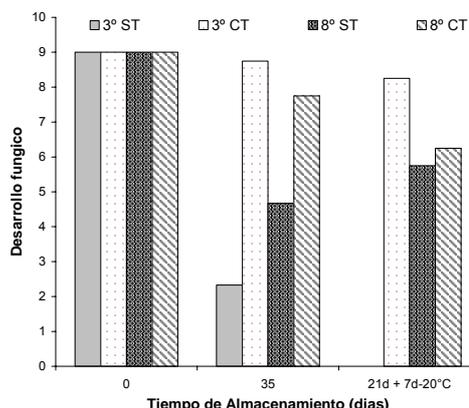


Figura 7: Influencia del tratamiento térmico y de la temperatura de almacenamiento en el desarrollo fungico de tunas de la variedad amarilla sin espinas. CT: tratamiento con agua 55° C - 3 min; ST: sin tratamiento. DLS ($\alpha=0,05$): 0,9

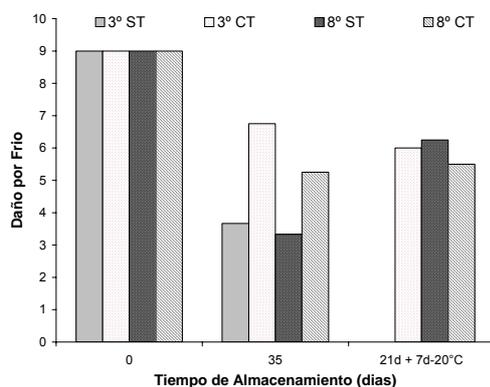


Figura 8: Influencia del tratamiento térmico y de la temperatura de almacenamiento en el daño por frío de tunas de la variedad amarilla sin espinas. CT: tratam. con agua 55° C - 3 min; ST: sin tratam. DLS ($\alpha=0,05$) : 0,6

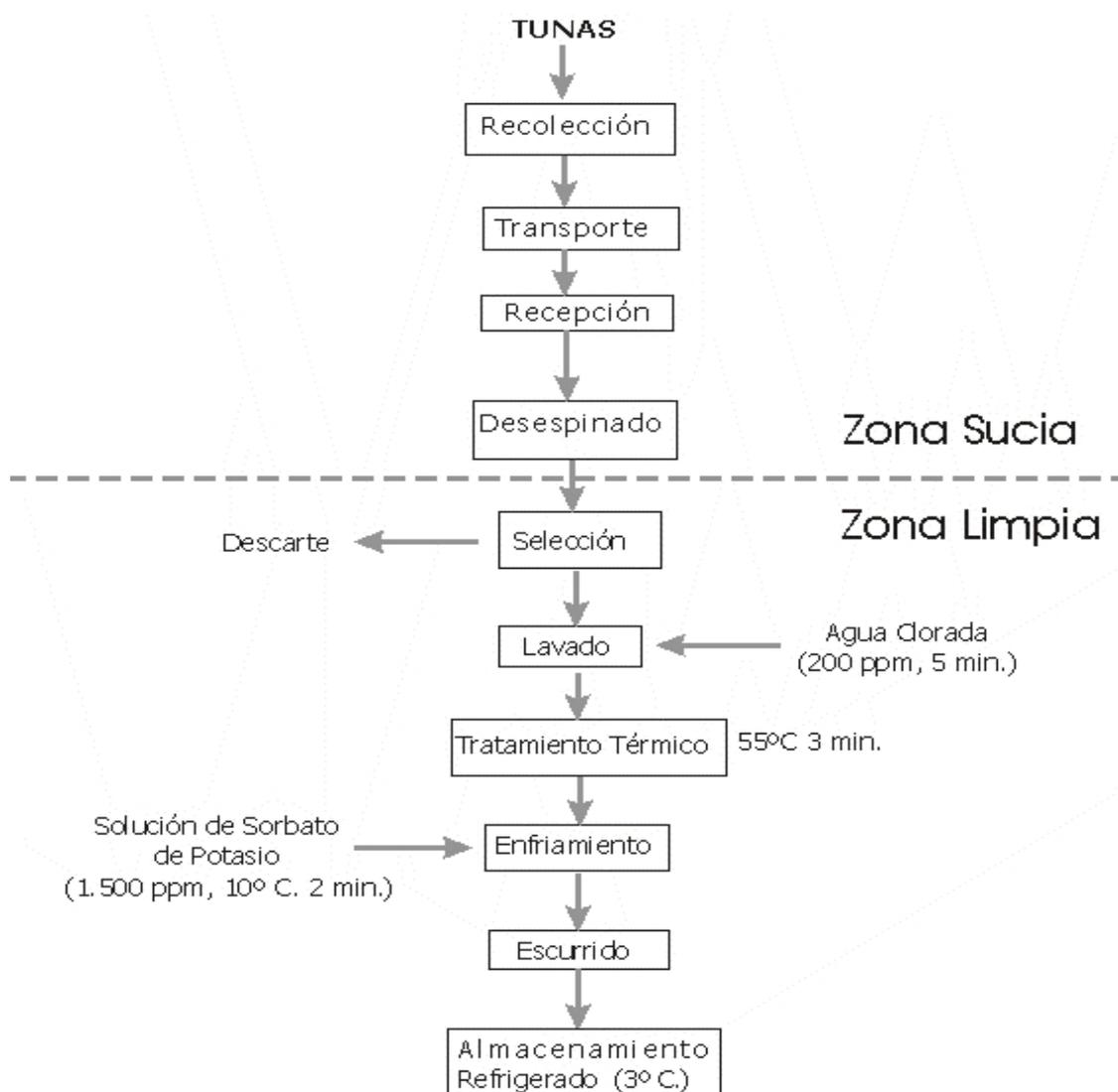


Figura 9: Diagrama de proceso propuesto aplicando tecnologías postcosecha sostenibles para prolongar la vida útil de tunas de la variedad amarillas sin espinas.

Tabla N°1: Efecto de la dosis de luz UV-C en el porcentaje de tunas infectadas por hongos y porcentaje de frutos dañados por frío y conservados a 3 y 20°C durante 5 semanas. DLS ($\alpha=0,05$): 12.

Porcentaje	Dosis aplicadas			
	1 kJ.m ⁻²	2,5 kJ.m ⁻²	4 kJ.m ⁻²	Control (0 kJ.m ⁻²)
Frutos a 3°C infectados con hongos	82	79	70	80
Frutos a 20°C infectados con hongos	100	100	87	100
Frutos a 3°C con daño por frío	100	92	91	98