

# Factores que influyen en la vida de anaquel de la TUNA (*Opuntia* spp.): Un estudio exploratorio

Ricardo A. SÁNCHEZ GUTIÉRREZ  
Jorge A. ZEGBE DOMÍNGUEZ  
Jaime MENA COVARRUBIAS  
Guadalupe HERNÁNDEZ CORONADO



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**MÉXICO  
2010**

**SAGARPA**

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO  
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

Folleto Técnico No. 25    ISBN:978-607-425-367-2    Octubre 2010

**25 Aniversario** Ciencia y Tecnología para el Campo



**Vivir Mejor**

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda**  
Secretario

**MC. Mariano Ruiz-Funes Macedo**  
Subsecretario de Agricultura

**Ing. Ignacio Rivera Rodríguez**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**Dr. Pedro Adalberto González**  
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos**  
Director General

**Dr. Salvador Fernández Rivera**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**MSc. Arturo Cruz Vázquez**  
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación y Desarrollo

**Lic. Marcial A. García Morteo**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORESTE**

**Dr. Homero Salinas González**  
Director Regional

**Dr. Uriel Figueroa Viramontes**  
Director de Investigación

**Dr. José Verástegui Chávez**  
Director de Planeación y Desarrollo

**M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel**  
Director de Administración

**MC. Agustín F. Rumayor Rodríguez**  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No.5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán  
C.P. 04010 México, D.F.  
Teléfono (55) 3871-7800

ISBN: 978-607-425-367-2

Primera Edición Octubre de 2010

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Cita correcta:

Sánchez-Gutiérrez, R.A., Zegbe-Domínguez, J.A., Mena-Covarrubias, J. y Hernández-Coronado, G. 2010. Factores que influyen en la vida de anaquel de la tuna (*Opuntia* spp.): Un estudio exploratorio. Folleto Técnico No. 25. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 23 p.

# **Factores que influyen en la vida de anaquel de la tuna (*Opuntia* spp.): Un estudio exploratorio**

**Ing. Ricardo A. SÁNCHEZ GUTIÉRREZ**

Investigador en el área de Biocombustibles

Campo Experimental Zacatecas

**Dr. Jorge A. ZEGBE DOMÍNGUEZ**

Investigador en el área de Fisiología de Cultivos

Campo Experimental Zacatecas

**Dr. Jaime MENA COVARRUBIAS**

Investigador en el área de Entomología

Campo Experimental Zacatecas

**Q.A. Guadalupe HERNÁNDEZ CORONADO**

Unidad Académica de Química

**Universidad Autónoma de Zacatecas**

## CONTENIDO

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>SUMMARY .....</b>                                       | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUCCION .....</b>                                  | <b>3</b>  |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>Sitio experimental y material genético.....</b>         | <b>5</b>  |
| <b>Factores estudiados .....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>Variables de respuesta .....</b>                        | <b>8</b>  |
| <b>Pérdida de peso del fruto y calidad del fruto .....</b> | <b>8</b>  |
| <b>Calidad del fruto .....</b>                             | <b>8</b>  |
| <b>Firmeza del fruto .....</b>                             | <b>9</b>  |
| <b>Concentración de sólidos solubles totales.....</b>      | <b>9</b>  |
| <b>Peso de la cáscara y pulpa.....</b>                     | <b>9</b>  |
| <b>Concentración de materia seca del fruto .....</b>       | <b>9</b>  |
| <b>Análisis estadístico .....</b>                          | <b>10</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                        | <b>11</b> |
| <b>Pérdida de peso .....</b>                               | <b>11</b> |
| <b>Calidad de la fruta.....</b>                            | <b>17</b> |
| <b>Conclusiones .....</b>                                  | <b>20</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                  | <b>21</b> |

## RESUMEN

Técnicas de cosecha y postcosecha mal aplicadas reducen la vida de anaquel del fruto de nopal tunero (*Opuntia* spp.). El objetivo de este trabajo fue explorar el efecto de algunas prácticas durante el corte y almacenamiento sobre la calidad y pérdida de peso de la tuna. Los factores estudiados fueron: el daño en la base del fruto, magulladuras por impacto entre frutas, exposición de la fruta a la radiación solar, tratamiento a la fruta con agua caliente y desinfección de la fruta con cobre y cloro después de la cosecha. El daño mecánico entre frutas y el tratamiento con agua caliente incrementaron significativamente la pérdida de peso de la fruta en almacenamiento en todos los cultivares de nopal. El corte en la base del fruto durante la cosecha tuvo un ligero o no efecto en la vida de anaquel de los frutos. La aplicación de soluciones de cobre o cloro no incrementaron la pérdida de peso de la fruta en cultivares evaluados. Los atributos de calidad de la tuna no fueron modificados, excepto en 'Amarilla Olorosa'. Esta investigación sugiere que con el propósito de mantener la vida de anaquel de la tuna debe evitarse: heridas en la base de la fruta al cosecharla, magullamiento por impacto entre frutas y evitar el tratamiento a la fruta con agua caliente como se aplicó en este estudio. La aplicación de soluciones de cobre o cloro mantiene la vida de anaquel de la fruta durante el almacenamiento.

**PALABRAS CLAVE:** Postcosecha, tratamientos físicos y químicos.

## SUMMARY

Harvest and postharvest techniques misapplied reduce shelf life of cactus pear fruit (*Opuntia* spp.). The objective of this work was to explore the effect of some practices during the cutting and storage on the quality and weight loss of tuna. The factors studied were: the damage at the fruit base, impact bruising during harvest, fruit exposition to solar radiation after harvest, hot water treatment, and fruit disinfection using copper or chlorine solutions after harvest. Impact bruising and hot water treatment significantly increased fruit weight loss during storage in all cactus cultivars. The cut made at the fruit base had slightly or not effect on the fruit shelf life in all cactus pear cultivars. The application of cupper and chorine solutions did not increase the fruit weight loss in the cactus pear cultivars evaluated. Fruit quality attributes were not modified in the other cultivars, except in 'Amarilla Olorosa'. This research suggests that in order to maintain the shelf life of cactus pear fruit, it should avoid: damage at the fruit base when harvesting, impact bruises during harvesting, and hot water treatment as applied in this study should be avoided. The application of cupper and chorine solutions maintains tuna shelf life during storage.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** Postharvest, physical and chemical treatments.

## INTRODUCCION

La producción de tuna es una actividad socio-económica importante en la región semi-árida del estado de Zacatecas. Esta fruta, sin embargo, requiere incrementar su competitividad para mantenerse en un mercado de importancia económica como lo son actualmente los forrajes, chile seco, tomate, entre otros (Sánchez y Rumayor, 2010). La superficie cosechada de nopal tunero en 2008 fue de 15, 731 has, de las cuales 4.6% y 95.4% se cultivaron bajo riego y en temporal, respectivamente (INEGI, 2009). El rendimiento promedio fue de 5.9 y 15.6 ton ha<sup>-1</sup> en temporal y riego, respectivamente. La producción en 2008 fue aproximadamente de 10 mil toneladas con un valor 228 millones de pesos, (INEGI, 2008).

La estacionalidad de la producción y la comercialización de esta fruta en mercados nacionales han exigido estrategias para mejorar la vida de anaquel. Por lo tanto, cooperativas dedicadas a la producción, comercialización y exportación de este producto hacia Estados Unidos y Canadá, han girado su atención hacia las condiciones de almacenamiento que les permita ofertar fruta fuera de temporada y su comercialización hacia mercados distantes. Se considera que las pérdidas de peso del producto en postcosecha pueden ser mayores al 15% por mes (Cantwell, 1995). Las causas del deterioro de la fruta son variadas, entre las cuales sobresale el daño en la base de la fruta (Cantwell, 1995). Este daño depende de la técnica de corte utilizada durante la cosecha. Por ejemplo el

daño es menor si la fruta se desprende del cladodio usando un cuchillo especial, y el daño es mayor cuando se usan los dedos para girar la fruta para desprenderla del cladodio (Granados y Castañeda, 1997). El uso de esta última técnica puede resultar en daños simultáneos tanto en la base, como en la parte media de la fruta, acelerando así, su deterioro (Cantwell, 1995).

Una vez que la fruta ha sido separada del cladodio, se deposita en cubetas de plástico, que en su mayoría, no están recubiertas con materiales que amortigüe el golpe a la fruta. Esta técnica de recolección también acelera el deterioro de la fruta durante el almacenamiento debido a los golpes que recibe la fruta, sin embargo, esto no ha sido evaluado. Otro aspecto que no ha sido valorado, es el tiempo de insolación que recibe la fruta desde que ésta es cosechada y trasladada al centro de almacenamiento. Los factores descritos anteriormente y el desespinado de la fruta favorecen la presencia de microorganismos (*Penicilium* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., y *Chlamydomyces* spp.), los cuales aceleran la descomposición de la fruta (Chessa, 1993; Schirra et al., 1997; González et. al., 2001).

Reducir la tasa de pérdida de peso de la fruta (TPPF) durante el almacenamiento es importante para la comercialización de la misma en mercados ubicados en lugares distantes a los centros de producción (Cantwell, 1995; Ochoa, 2005). Tratamientos de ácido giberélico y cloruro de calcio durante el desarrollo de la fruta, han resultado efectivos para reducir la TPPF (Schirra et al., 1999a; 1999b). Por otro lado, tratamientos

postcosecha con agua y aire caliente como pre-acondicionadores al almacenamiento a baja temperatura (6°C) y alta humedad relativa (90%-95%), han reducido la TPPF (Guzmán, 1982; Schirra et al., 1997). Sin embargo, esto ha sido estudiado en cultivares adaptados al Mediterráneo, pero no en genotipos cultivados en México. La prevención contra micro-organismos durante el almacenamiento, tampoco ha recibido la debida atención. Por consiguiente, el objetivo de este trabajo fue explorar el efecto de algunas prácticas durante el corte y almacenamiento sobre la calidad y pérdida de peso de la tuna.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Sitio experimental y material genético**

El experimento se condujo en 2008 en el laboratorio de postcosecha del Campo Experimental Zacatecas (22° 54' N, 102° 39' O). Los cultivares estudiados fueron: 'Cristalina' (*Opuntia albicarpa*), 'Amarilla Olorosa', 'Rojo Liso' (*Opuntia ficus-indica*) y 'Dalia Roja' (*Opuntia ficus-indica*). Los cuatro cultivares fueron establecidos en 2006 a una densidad de plantas de 4 m x 3 m.

### **Factores estudiados**

Se estudiaron seis factores cada uno con dos niveles, es decir sin y con tratamiento. El primer factor consistió en evaluar el efecto del corte con navaja en la base de la fruta: sin y con daño ( $X_1$ ). El segundo factor fue la magulladura por impacto entre frutas durante la cosecha, al dejar caer o no la fruta dentro de una

cubeta de plástico desde una altura aproximada de 74 cm ( $X_2$ ); esto se hizo imitando el proceso de cosecha de los productores. El tercer factor evaluó el efecto de dejar o no la fruta expuesta al sol por tres horas después de la cosecha ( $X_3$ ). El cuarto factor evaluó el tratamiento con agua caliente donde se embebió o no a la fruta en agua a 38°C por 24 segundos ( $X_4$ ). Finalmente, se evaluó la aplicación de fungicidas a base de hidróxido cúprico al 23.5% ( $X_5$ ) y cloro al 4% ( $X_6$ ). La fruta fue embebida por dos minutos en ambos productos y después se dejó secar a temperatura ambiente. Con los factores descritos se construyó una tabla de contingencia donde el signo positivo (+) y negativo (-) indicó: con y sin aplicación del tratamiento correspondiente, respectivamente (Cuadro 1).

Se utilizaron 48 frutos (por cultivar) uniformes en tamaño y color, los cuales se marcaron progresivamente para su identificación durante el proceso de evaluación. Los tratamientos surgieron de la combinación de los niveles dados en cada renglón indicados en el Cuadro 1. Se calculó el tamaño mínimo de muestra para detectar diferencias significativas.

Cuadro 1. Matriz de factores y combinación de tratamientos aplicados a frutos de cuatro cultivares de nopal tunero. El signo negativo (-) o positivo (+) indica sin y con la aplicación del tratamiento, respectivamente. Corte ( $X_1$ ), magulladura ( $X_2$ ), insolación ( $X_3$ ), tratamiento con agua ( $X_4$ ), aplicación de cobre ( $X_5$ ) y cloro ( $X_6$ ).

| No de fruto |    |    | Factores y niveles |       |       |       |       |       |
|-------------|----|----|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |    |    | $X_1$              | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ |
| 1           | 2  | 3  | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| 4           | 5  | 6  | -                  | -     | -     | +     | +     | -     |
| 7           | 8  | 9  | -                  | -     | +     | -     | +     | +     |
| 10          | 11 | 12 | -                  | -     | +     | +     | -     | +     |
| 13          | 14 | 15 | -                  | +     | -     | -     | +     | +     |
| 16          | 17 | 18 | -                  | +     | -     | +     | -     | +     |
| 19          | 20 | 21 | -                  | +     | +     | -     | -     | -     |
| 22          | 23 | 24 | -                  | +     | +     | +     | +     | -     |
| 25          | 26 | 27 | +                  | -     | -     | -     | -     | +     |
| 28          | 29 | 30 | +                  | -     | -     | +     | +     | +     |
| 31          | 32 | 33 | +                  | -     | +     | -     | +     | -     |
| 34          | 35 | 36 | +                  | -     | +     | +     | -     | -     |
| 37          | 38 | 39 | +                  | +     | -     | -     | +     | -     |
| 40          | 41 | 42 | +                  | +     | -     | +     | -     | -     |
| 43          | 44 | 45 | +                  | +     | +     | -     | -     | +     |
| 46          | 47 | 48 | +                  | +     | +     | +     | +     | +     |

## Variables de respuesta

### Pérdida de peso del fruto y calidad del fruto

La pérdida de peso del fruto durante el almacenamiento se determinó semanalmente a través del peso individual de cada fruto con una balanza analítica (CY-CG 510, Citizen, USA). La temperatura (T) y humedad relativa (HR) de almacenamiento fueron registradas automáticamente cada 60 min con un registrador programable (Datalogger Modelo 42270, ExTech, Instruments, MA, USA). El déficit de presión de vapor de agua (DPVA) se derivó a partir de la T y HR. Los valores medios de T, HR y DPVA para cada periodo de almacenamiento y por cultivar se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Condiciones ambientales promedio para cada variedad de tuna. Periodo de almacenamiento (PA), temperatura ( $T \pm DE$ ), humedad relativa ( $HR \pm$  desviación estándar), déficit de presión de vapor de agua (DPVA) y desviación estándar (DE).

|                  | PA     | T              | HR             | DPVA  |
|------------------|--------|----------------|----------------|-------|
| Variedad         | (Días) | (°C)           | (%)            | (kpa) |
| Cristalina       | 28     | $21.0 \pm 1.2$ | $43.3 \pm 7.5$ | 1.37  |
| Amarilla Olorosa | 14     | $20.4 \pm 0.8$ | $46.3 \pm 9.7$ | 1.26  |
| Rojo Liso        | 28     | $21.9 \pm 1.6$ | $50.3 \pm 7.2$ | 1.32  |
| Dalia Roja       | 7      | $22.4 \pm 1.2$ | $54.5 \pm 3.6$ | 1.19  |

### Calidad del fruto

Después de evaluar la pérdida de peso final de cada cultivar se determinó la calidad de los frutos, en términos de firmeza,

concentración de sólidos solubles totales, peso de la cáscara y pulpa y la concentración de materia seca del fruto.

### **Firmeza del fruto**

Después de registrar el peso final de cada fruto, en cada uno de éstos se determinó la firmeza en dos sitios opuestos de la parte media de cada fruto con un penetrómetro equipado con una punta de 11.1 mm de diámetro (modelo FT 327, Wagner Instruments, Greenwich, CT, USA).

### **Concentración de sólidos solubles totales**

De ambas perforaciones realizadas con el penetrómetro se tomaron y mezclaron algunas gotas de jugo, con la mezcla se determinó la concentración de sólidos solubles totales (CSST) usando un refractómetro digital con compensación automática por temperatura (Modelo PR-32 $\alpha$ , Atago, Co. Ltd., Tokyo, Japón).

### **Peso de la cáscara y pulpa**

Después de determinar la CSST, cada fruto fue separado en cáscara y pulpa, y el peso de cada tejido se registró con la balanza analítica arriba descrita.

### **Concentración de materia seca del fruto**

Esta variable se determinó tomando una muestra compuesta de 25 g del mesocarpio fresco (excluyendo la epidermis), la cual se llevó a peso seco constante en una estufa por 15 días a 60° C y se expresó en mg·g<sup>-1</sup> de peso fresco.

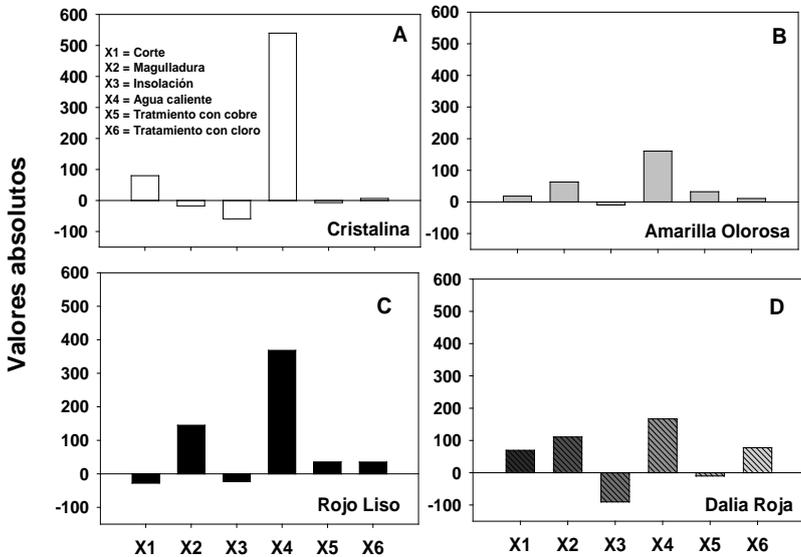
## **Análisis estadístico**

La información se analizó por etapas. La primera consistió en evaluar la pérdida de peso basada en la matriz del Cuadro 1. Con las sumas de los valores positivos menos los negativos de cada factor se obtuvo una serie de valores absolutos, cuya dimensión positiva o negativa indicó si el factor, en promedio, tuvo o no efecto, respectivamente, sobre la pérdida de peso. Posteriormente, los signos de la matriz del Cuadro 1, fueron transformados a variables de engaño dando 0 y 1 al signo negativo y positivo, respectivamente. Lo anterior sirvió para someter los seis factores a una análisis de regresión múltiple hacia atrás con probabilidades de entrada y salida al 10% y 5%, respectivamente (Zar, 1984). Los modelos de regresión múltiple se condujeron con el procedimiento Stepwise/Backward del sistema de análisis estadístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA). Antes del análisis, las variables expresadas en porcentaje fueron transformadas a arco-seno. Los valores medios por tratamiento, de las variables transformadas, se indicaron después de retransformarlos. La diferencia mínima significativa de Fisher ( $P < 0.05$ ) se utilizó como criterio para la comparación entre niveles de cada factor y por cada variedad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Pérdida de peso**

De los seis factores estudiados, la inmersión de la fruta en agua a 38°C por 24 segundos (X4) fue el factor con mayor influencia en estimular la pérdida de peso en la fruta de los cuatro cultivares (Figura 1). Los valores absolutos positivos indican, también, que el golpe que reciben las tunas durante la cosecha promovieron la pérdida de peso de la fruta durante el almacenamiento en los cultivares estudiados, excepto en el cultivar 'Cristalina' (Figura 1). El corte en la base de la fruta, tuvo una ligera influencia en la pérdida de peso de la fruta durante el almacenamiento en los cultivares estudiados, excepto en 'Rojo Liso' (Figura 1). El resto de los factores estudiados parecen tener una ligera o no influencia en la promoción de la pérdida de peso de la fruta durante el almacenamiento.



**Factores incidentes en postcosecha**

Figura 1. Influencia de factores que contribuyen en la pérdida de peso en frutas de nopal tunero. La escala utilizada resulta de valores absolutos.

Lo anterior fue corroborado al través del análisis de regresión múltiple, el cual reveló que el tratamiento con agua influyó significativamente en la pérdida de peso de la fruta en los cuatro cultivares; el golpe de la fruta al momento de la cosecha fue significativamente importante solo para los cultivares ‘Amarilla Olorosa’ y ‘Rojo Liso’ (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significación para los factores estudiados. Corte (C), magulladura (M), insolación (I), tratamiento con agua (TA), aplicación de cobre (ACu) y cloro (ACI). Coeficiente de determinación ( $r^2$ ). No significativo (NS).

| Cultivar               | C  | M     | I  | TA     | AC<br>u | ACI | $r^2$ |
|------------------------|----|-------|----|--------|---------|-----|-------|
| Cristalina<br>Amarilla | NS | NS    | NS | 0.0001 | NS      | NS  | 0.73  |
| Olorosa                | NS | 0.01  | NS | 0.0001 | NS      | NS  | 0.55  |
| Rojo Liso              | NS | 0.002 | NS | 0.0001 | NS      | NS  | 0.63  |
| Dalia Roja             | NS | NS    | NS | 0.02   | NS      | NS  | 0.11  |

Después de la cosecha, la tuna continua respirando (a una tasa baja, Corrales-García y Hernández-Silva. 2005) y principalmente transpirando (Cantwell, 1995). La transpiración de la fruta el proceso filológico más importante en la pérdida de peso y la firmeza de la tuna durante el almacenamiento. Cuando la fruta pierde alrededor del 8% de su peso, el deterioro de ésta se presenta con el arrugamiento y daños visibles en la fruta (Cantwell, 1995). Dicho umbral se alcanzó antes de dos semanas en almacenamiento en ‘Cristalina’, ‘Amarilla Olorosa’ y en ‘Rojo Liso’ cuando la tuna fue tratada con agua caliente (Figura 2); mientras que este fenómeno se observó antes de la primera semana en ‘Dalia Roja’, lo cual es indicativo de mayor susceptibilidad de este cultivar en relación a los otros cultivares (Figura 2).

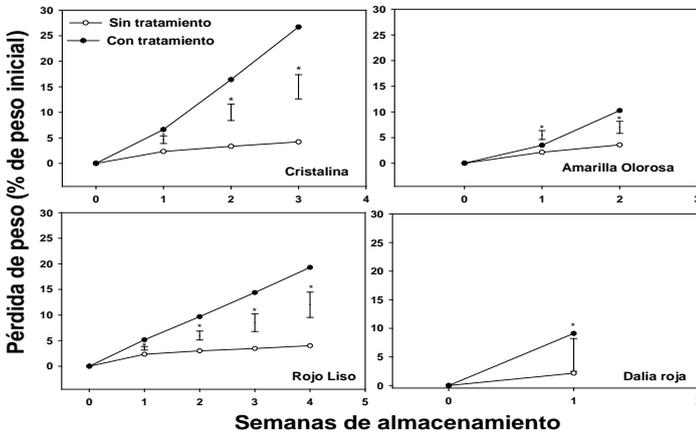


Figura 2. Efecto del tratamiento con agua caliente a 38°C por 24 segundos en la pérdida de peso del fruto de cuatro cultivares de nopal tuna (*Opuntia* spp.). Las barras verticales indican la diferencia mínima significativa por la prueba de Fisher y los asteriscos diferencias significativas con  $P < 0.05$ .

La idea de usar el tratamiento con agua caliente está enfocada a eliminar microorganismos (*Fusarium* spp., *Chlamydomyces* spp., *Alternaria* spp. y *Penicillium* spp.) como una alternativa en lugar de usar productos químicos, y así alargar la vida de anaquel de la tuna (Schirra et al., 1999b). Sin embargo, esta alternativa favoreció la pérdida de peso de la fruta. Sin embargo, Dimitris et al. (2005) minimizaron la pérdida de peso de la tuna usando tratamientos con agua caliente entre 60°C y 65°C por 30 y 20 segundos, respectivamente. Estos autores no encontraron un efecto negativo en la calidad de la fruta y observaron una reducción en la pudrición del fruto entre un 86 y

91%. Lo anterior resulta de importancia para su evaluación en los cultivares aquí estudiados.

Frecuentemente, se ha indicado que el magullamiento de la fruta durante la cosecha es un factor de importancia que promueve la pérdida de peso del fruto y la invasión de microorganismos. Los cultivares 'Rojo Liso' y 'Amarilla Olorosa' fueron estadísticamente más susceptibles a este factor que 'Cristalina' y 'Dalia Roja' (Figura 3). La diferencia entre cultivares es importante para indicar el grado de susceptibilidad dentro de cada protocolo de cosecha para cada cultivar.

La inmersión de la fruta en cobre o cloro no influyó en cambios significativos en la pérdida de peso de la fruta de los cuatro cultivares. Lo anterior es indicativo de que ambos productos químicos eliminaron microorganismos de la epidermis de los frutos; y en consecuencia la tasa de pérdida de peso de la fruta fue igual entre fruta tratada y no tratada.

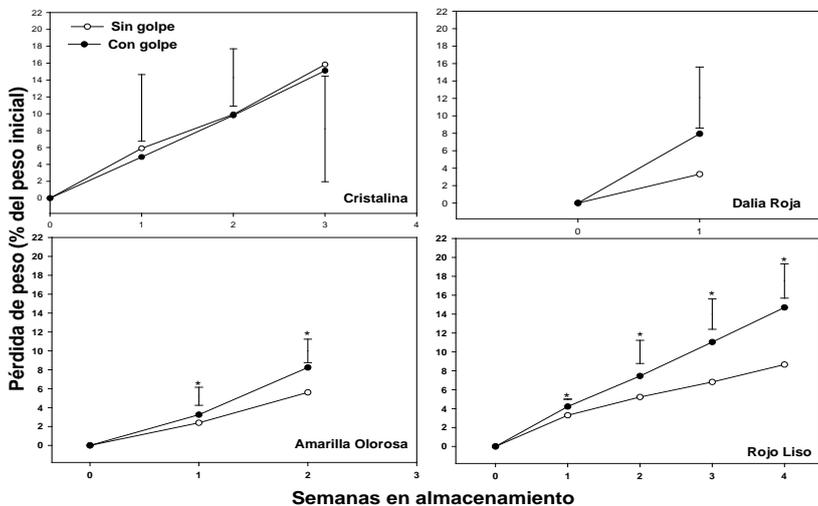


Figura 3. Cambios en la pérdida de peso en frutos de nopal tunero. Las barras verticales indican la diferencia mínima significativa por la prueba de Fisher y los asteriscos diferencias significativas con  $P < 0.05$ .

### **Calidad de la fruta**

En general el tratamiento con agua a 38°C por 24 segundos tendió a incrementar la concentración de sólidos solubles totales sólo en la fruta de ‘Amarilla Olorosa’ (Cuadro 4). Sin embargo, la concentración de materia seca en ‘Amarilla Olorosa’ se redujo significativamente con relación a frutos de ‘Rojo Liso’ y ‘Dalia Roja’; mientras que la relación pulpa cáscara fue significativamente mayor en ‘Amarilla Olorosa’. El comportamiento de estos tres parámetros indica una mayor actividad metabólica en ‘Amarilla Olorosa’. De hecho la corta vida de anaquel, en términos de pérdida de peso de la fruta de este cultivar así lo indica (Figura 2; Cuadro 4). La actividad respiratoria postcosecha en este tipo de fruta es mínima (Corrales y Hernández, 2005); sin embargo, el incremento de azúcares y la reducción de la materia seca indican que cierta cantidad de carbohidratos fueron usados en otros procesos metabólicos distintos a la respiración (Zegbe y Covarrubias, 2010). El mismo comportamiento se observó ‘Amarilla Olorosa’ cuando los frutos fueron golpeados (Cuadro 5), lo cual sugiere que esta fruta es sumamente delicada y por lo tanto el manejo postcosecha debe ser más cuidadoso.

Cuadro 4. Influencia del tratamiento con agua a 38°C por 24 segundos en algunos atributos de calidad del fruto de cuatro cultivares de nopal tunero (*Opuntia* spp.). Información no disponible (IND). Los signos - y + indican sin y con tratamiento con agua, respectivamente. Newtons (N), concentración de sólidos solubles totales (CSST), relación pulpa-cáscara (P/C), concentración de materia seca (CMS) y peso fresco (PF).

| Tratamiento               | Firmeza<br>(N) | CSST<br>(%) | P/C       | CMS<br>(mg•g <sup>-1</sup> PF) |
|---------------------------|----------------|-------------|-----------|--------------------------------|
| <b>'Cristalina'</b>       |                |             |           |                                |
| (-)                       | 26.5 ± 0.9     | 10.1 ± 0.3  | 1.2 ± 0.1 | 125.3 ± 8.2                    |
| (+)                       | 25.2 ± 2.6     | 06.7 ± 0.3  | IND       | IND                            |
| <b>'Amarilla Olorosa'</b> |                |             |           |                                |
| (-)                       | 23 ± 2.9       | 21.2 ± 0.6  | 3.7 ± 0.1 | 53.7 ± 2.2                     |
| (+)                       | 26 ± 2.9       | 26.2 ± 1.4  | 6.3 ± 0.4 | 34.6 ± 2.2                     |
| <b>'Roja Lisa'</b>        |                |             |           |                                |
| (-)                       | 31.0 ± 1.1     | 9.9 ± 0.1   | 1.1 ± 0.1 | 156.9 ± 1.3                    |
| (+)                       | 30.1 ± 1.1     | 8.5 ± 0.4   | 0.9 ± 0.1 | 151.2 ± 1.9                    |
| <b>'Dalia Roja'</b>       |                |             |           |                                |
| (-)                       | 16.2 ± 0.9     | 10.7 ± 0.2  | 1.9 ± 0.1 | 139.3 ± 4.7                    |
| (+)                       | 20.3 ± 1.0     | 10.4 ± 0.3  | 1.6 ± 0.1 | 129.1 ± 2.3                    |

Cuadro 5. Influencia de magulladuras por impacto entre frutas durante la cosecha en algunos atributos de calidad del fruto de dos cultivares de nopal tunero (*Opuntia* spp.). Los signos – y + indican sin y con tratamiento con agua, respectivamente. Newtons (N), concentración de sólidos solubles totales (CSST), relación pulpa-cáscara (P/C), concentración de materia seca (CMS) y peso fresco (PF).

| Tratamiento               | Firmeza<br>(N) | CSST<br>(%) | P/C        | CMS<br>(mg•g <sup>-1</sup> PF) |
|---------------------------|----------------|-------------|------------|--------------------------------|
| <b>'Amarilla Olorosa'</b> |                |             |            |                                |
| (-)                       | 18.5 ± 2.6     | 25.4 ± 1.2  | 4.5 ± 0.2  | 50.0 ± 2.9                     |
| (+)                       | 30.5 ± 2.6     | 22.0 ± 1.0  | 5.6 ± 0.5  | 38.2 ± 2.4                     |
| <b>'Rojo Liso'</b>        |                |             |            |                                |
| (-)                       | 32.5 ± 0.8     | 9.5 ± 0.2   | 1.1 ± 0.04 | 150.7 ± 1.7                    |
| (+)                       | 28.5 ± 1.2     | 8.9 ± 0.4   | 0.9 ± 0.10 | 157.4 ± 1.5                    |

## **Conclusiones**

El tratamiento con agua caliente y la magulladura por impacto entre frutas incrementaron significativamente la pérdida de peso de la tuna en almacenamiento. El tratamiento con agua caliente afectó de manera similar a los cuatro cultivares, en tanto que el impacto entre frutas afectó mayormente a ‘Amarilla Olorosa’ y ‘Dalia Roja’. Como el efecto de ambos factores fue diferente entre los cultivares estudiados, se sugieren trabajos adicionales por cultivar, y en especial, evaluar otras temperaturas con agua caliente. La aplicación de soluciones de cobre o cloro mantiene la calidad de la fruta durante el almacenamiento. El corte en la base del fruto durante la cosecha tuvo un efecto ligero en la vida anaquel de los frutos, los mismos que las inmersiones de los frutos en las soluciones a base de cobre o cloro. Los atributos de la calidad no fueron alterados por los factores aplicados en postcosecha, excepto en el cultivar ‘Amarilla Olorosa’.

## **Agradecimientos**

Los autores reconocen la asistencia técnica del Sr. Pedro Castañón Hernández.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cantwell, M. 1995. Post-harvest management of fruits and vegetable stems: In: Agro-ecology, cultivation, and uses of cactus pear. Plant Production and Protection paper 132. G. Barbera, P. Inglese, E. Pimienta-Barrios (eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italy. pp: 120-136.
- Chessa, E. 1993. Conservazione post-raccolta. In: La coltura del ficodindia. pp 147-154. G. Barbera e P. Inglese (eds.).
- Corrales-García, J. y J. L. Hernández-Silva. 2005. Cambios en la calidad postcosecha de variedades de tuna con y sin semillas. Revista Fitotecnia Mexicana 28(1):9-16.
- Dimitris, L., N. Pompodakis, E. Markellou and S.M. Lionakis. 2005. Storage response of cactus pear fruit following hot water brushing. Postharvest Biology & Technology 38(2):145-151.
- González G.R., Morales O.T., Olivares S.E., Aranda R.J., Gallegos V.G. 2001. Conservación de una variedad de tuna (Burrona) bajo diferentes manejos de postcosecha. Ciencia UANL Vol. IV No.3 Pág.327
- Guzmán-Romero, G. 1982. Causa y control de los daños que exhibe la tuna blanca (*Opuntia* spp.) en el almacenamiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Escuela Nacional de Fruticultura. Comisión Nacional de Fruticultura. México, D.F. 143 p.
- Granados-Sánchez, G. y A.D. Castañeda-Pérez. 1997. El Nopal. Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Editorial Trillas, México, D.F. 227 p.
- Instituto Nacional de estadística y Geografía (INEGI). 2009. Anuario estadístico de Zacatecas 2009. INEGI. Gobierno del Estado de Zacatecas. Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional. 605 p.

- Ochoa, M.J. 2005. Manejo de los tunales hacia un sistema de aprovechamiento integral. pp. 64-72. In: Aprovechamiento integral de la tuna. Cactus net. Número Especial No. 10. Santiago del Estero, Argentina.
- Sánchez-Toledano, B.I. y A.F. Rumayor-Rodríguez. 2010. Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en Zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes. Publicación Especial No. 18. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 20 P.
- Schirra, M., M. Agabbio, S. D'Aquino and T.G. McCollum. 1997. Postharvest heat conditioning effects on early ripening 'Giulla' cactus pear fruit. HortScience 32:702-704.
- Schirra, M., G. D'hallewin, P. Inglese and T. La Mantia. 1999a. Epicuticular changes and storage potential of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruit following gibberellic acid preharvest sprays and postharvest heat treatment. Postharvest Biology and Technology 17:79-88.
- Schirra, M., P. Inglese and T. La Mantia. 1999b. Quality of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruit in relation to ripening time, CaCl<sub>2</sub> pre-harvest sprays and storage conditions. Scientia Horticulturae 81(4):425-436.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2nd Edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 718 p.
- Zegbe, J.A. and J. Mena-Covarrubias. 2010. Postharvest changes in weight loss and quality of cactus pear fruit undergoing reproductive bud thinning. Journal of the Professional Association for Cactus Development 12: 1-11

## **COMITÉ EDITORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

M. Sc. Agustín F. Rumayor Rodríguez      Presidente

Ph. D. Mario D. Amador Ramírez      Secretario

Ph. D. Alfonso Serna Pérez      Vocal

### **REVISIÓN TÉCNICA**

Ph. D. Mario D. Amador Ramírez

Ph D. Miguel A. Flores Ortiz

### **DISEÑO DE PORTADA**

L.C. y T.C. Diana Sánchez Montaña

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de Octubre de 2010 en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya No. 622, C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 500 ejemplares

## **CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

M.C. Agustín F. Rumayor Rodríguez ..... Dir. de Coordinación y Vinculación

### ***PERSONAL INVESTIGADOR***

Dr. Alfonso Serna Pérez ..... Suelo y Agua  
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano ..... Socioeconomía  
M.C. Enrique Medina Martínez ..... Maíz y Frijol  
M.C. Francisco Rubio Aguirre ..... Pastizales y Forrajes  
Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez ..... Suelo y Agua  
Dr. Guillermo Medina García ..... Modelaje  
Dr. Jaime Mena Covarrubias ..... Sanidad Vegetal  
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez ..... Frutales Caducifolios  
M.V.Z. Juan Carlos López García ..... Caprinos-ovinos  
I.T.A. Juan José Figueroa González ..... Frijol  
Dr. Luis Roberto Reveles Torres ..... Recursos genéticos  
M.C. Ma. Dolores Alvarado Nava ..... Valor Agregado  
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González ..... Frutales Caducifolios  
Ing. Manuel Reveles Hernández ..... Hortalizas  
MC. Manuel de Jesús Flores Nájera ..... Ovinos-Caprinos  
Dr. Mario Domingo Amador Ramírez ..... Sanidad Vegetal  
Dr. Miguel Ángel Flores Ortiz ..... Pastizales y Forrajes  
Ing. Miguel Servin Palestina ..... Suelo y Agua  
M.C. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral ..... Modelaje  
Dr. Ramón Gutiérrez Luna ..... Pastizales y Forrajes  
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez ..... Bioenergéticos  
Dr. Rodolfo Velásquez Valle ..... Sanidad Vegetal  
M.C. Román Zandate Hernández ..... Frijol

