

## Vida postcosecha de frutos de jiotilla sometidos a golpeo

Mandujano Piña Manuel<sup>1\*</sup>, Trujillo Hernández Antonia<sup>1</sup>, Bautista Bañuelos Cecilio<sup>2</sup>,  
Arriaga Frías Alberto<sup>1</sup>, De La Cruz Guzmán Gumercindo<sup>1</sup>, Paredes Negrete Ma. Monserrat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala Av. De los barrios # 1 Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Edo. de México C.P. 09450. México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Carretera México-Texcoco Km 38.5 México.

\* Autor para correspondencia: manuelm@unam.mx

### Recibido:

19/julio/2018

### Aceptado:

18/agosto/2018

### Palabras clave:

*Escontria chiotilla*,  
cactácea endémica,  
daño mecánico

### Keywords:

*Escontria chiotilla*,  
endemic cactus,  
mechanical damage

### RESUMEN

La jiotilla es una cactácea mexicana, cuyos frutos se cosechan manualmente y pueden sufrir daños por golpeo, lo cual afectan su comercialización y modifican su vida postcosecha. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el daño por golpeo (0, 1, 2, y 4 m de altura) mediante peso, firmeza, color, azúcares totales y reductores en frutos de jiotilla cosechados en Coxcatlán, Puebla. Las variables se registraron los días 1, 3, 5 y 7 después de cosechados. El golpeo provocó disminución del 22.53 y 87.31 % en el peso y la firmeza respectivamente. Los parámetros de color **L\*** y **C\*** presentaron disminución del 25 y 50 %, respectivamente, mientras el parámetro **h°** presentó color amarillo al inicio y rojo al final. Los azúcares totales y reductores presentaron un coeficiente de variación del 44 y 69 %. El golpeo provocó una disminución del peso y firmeza, importantes para el manejo postcosecha del fruto.

### ABSTRACT

The jiotilla is a Mexican cactus, whose fruits are harvested manually and can be damaged by beating, which affects their commercialization and modifies their post-harvest life. So the objective of the work was to evaluate the damage by hitting (0, 1, 2, and 4 m height) by weight, firmness, color, total sugars and reducers in jiotilla fruits harvested in Coxcatlán, Puebla. The variables were recorded on days 1, 3, 5 and 7 after harvesting. The hit caused a decrease of 22.53 and 87.31 % in weight and firmness, respectively. The color parameters **L\*** and **C\*** showed a decrease of 25 and 50 %, respectively, while the **h°** parameter showed yellow at the beginning and red at the end. The total and reducing sugars showed a coefficient of variation of 44 and 69 %. The hit caused a decrease in weight and firmness, important for the postharvest handling of the fruit.

## Introducción

La jiotilla (*Escontria chiotilla* F.A.C Weber ex K. Schum) Rose, es una especie endémica de nuestro país que pertenece a la familia Cactaceae, se encuentra registrada en la cuenca del balsas, en la región de Cuicatlán, Teotitlán y Totolapan en Oaxaca, así como en el Cañón del Zopilote en Guerrero y de manera abundante en el valle de Tehuacán, Puebla, se localiza formando agrupaciones llamadas quiotillales o jiotillales sus frutos son tipificados como exóticos y conocidos como chiotilla o jiotilla. Son colectados localmente de plantas en estado silvestre como una actividad complementaria durante el pastoreo del ganado y vendidos en las plazas y mercados locales como fruta de temporada. Son plantas arborescentes de 3 a 4 m de altura, tronco corto y grueso (aproximadamente 40 cm de diámetro), presenta numerosas ramificaciones rígidas de color verde oscuro, dicotómicas, con 7 a 8 costillas prominentes algo crenadas, agudas areolas muy próximas, a menudo confluentes, elípticas de aproximadamente 1 cm de longitud con fieltro grisáceo. Produce frutos de aproximadamente cinco centímetros de diámetro, pericarpio de color rojo con presencia de brácteas de apariencia verde-rojizo, pulpa comestible roja con numerosas semillas pequeñas, de color negro, la producción de frutos va de abril a julio (Arellano y Casas, 2003). *E. chiotilla* es conocida y utilizada desde épocas prehispánicas, se consume como fruta fresca, se usa en la elaboración de agua, paletas, nieve, mermelada, dulces y bebidas alcohólicas. Es un fruto percedero por lo que su comercialización se limita casi exclusivamente a la localidad donde es cosechada, se considera como un fruto con potencial para ser utilizado como un producto de exportación (Esquivel, 2004; Yañez et al., 2004; Ruiz et al., 2015). Es un fruto comercialmente importante en algunas regiones de México donde los habitantes obtienen beneficios económicos durante el periodo de producción y cosecha. En algunas zonas la gente practica un manejo silvicultural o un manejo *in situ* de baja intensidad en las poblaciones silvestres (Arellano y Casas, 2003; Casas et al., 2007). Sin embargo, con un óptimo manejo podrían constituir un recurso económicamente importante (López et al., 2000). Debido a la altura de la planta y al desarrollo de los frutos, principalmente en el ápice de las ramas, con frecuencia cuando ésta no es bien manipulada provoca la caída de los frutos, ocasionando daño mecánico, que afecta la calidad y el manejo postcosecha. Según el Boletín Bimestral de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad CONABIO (2006) el aprovechamiento agroindustrial de los frutos de las cactáceas es escaso. Lo anterior puede deberse a la falta de estudios sobre su biología, su demografía, su biología floral y su fisiología postcosecha de estas plantas. La aplicación de métodos de almacenamiento

y la transferencia de tecnologías para su manejo y conservación de los frutos de jiotilla podrían constituir fuentes de los ingresos importantes en las zonas áridas y semiáridas de producción de México. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las variables de vida postcosecha como el peso, la firmeza, el color y la concentración de azúcares totales y reductores de los frutos de *E. chiotilla* sometidos a estrés por impacto durante la cosecha.

## Metodología

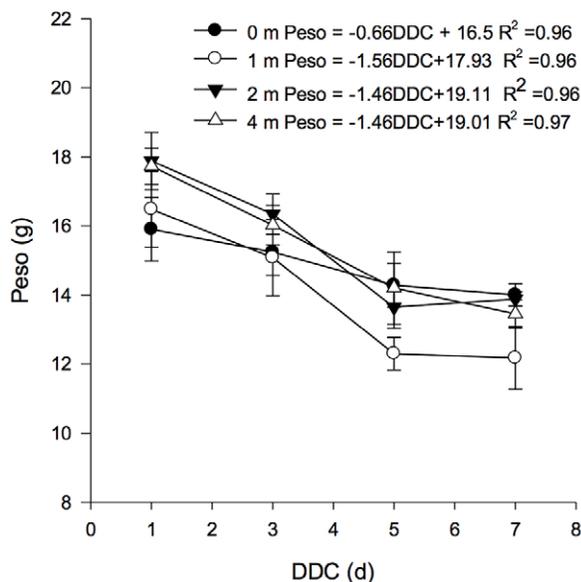
Los frutos en estado de madurez comercial fueron colectados durante el mes de junio del 2010 en el municipio de Coxcatlán, localidad de Venta Salada (97°11'48" y 97°12'13" longitud oeste 18°16'45" y 18°17'9" latitud norte), el cual se ubica dentro del valle de Tehuacán, Puebla. Se estableció un diseño de tratamientos completamente al azar, donde se tomaron como factores: la altura de impacto con cuatro niveles (0, 1, 2 y 4 m de altura), así como días después de la Cosecha (DDC) también con cuatro niveles (1, 3 5 y 7 DDC); se generaron un total de 16 tratamientos. Se consideró como unidad experimental un fruto de jiotilla y 5 repeticiones. Los tratamientos consistieron en dejar caer el fruto sobre el suelo de la zona a diferentes alturas 0, 1, 2 y 4 m de altura desde una escalera y evaluar sus efectos durante 1, 3, 5 y 7 DDC. Las variables de respuesta registradas fueron: peso, firmeza, color, y azúcares totales y reductores. El peso se registró durante siete días con una balanza (marca OHAUS) con precisión de 0.1 g. La firmeza se registró en la parte media del eje longitudinal, con un texturómetro Chatillon MT 150 en Kg/cm<sup>2</sup>. El color se midió con un espectrofotómetro de esfera X-Rite Serie SP60 para obtener valores de L\*C\*h° (Luminosidad, Matiz, Saturación). La determinación de azúcares totales se obtuvo por el método de antrona (Whitham et al., 1971) y los azúcares reductores con la técnica de Nelson Somogy. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS con el que se realizaron Regresión lineal simple, ANOVA para dos factores y comparación de medias mediante la prueba de LSD (P< 0.05).

## Resultados y discusión

### Pérdida de peso y firmeza

El peso del fruto de jiotilla registró una pérdida de peso de 0.66, 1.56, 1.47 y 1.46 g por día para la caída de 0, 1 2 y 4 metros de altura respectivamente (Figura 1), el efecto de golpeo provocó una disminución en todos los tratamientos con respecto al tratamiento sin golpeo (0 m). La cosecha de frutos provoca una pérdida de agua que puede ser significativa y determinante, si su manejo postcosecha

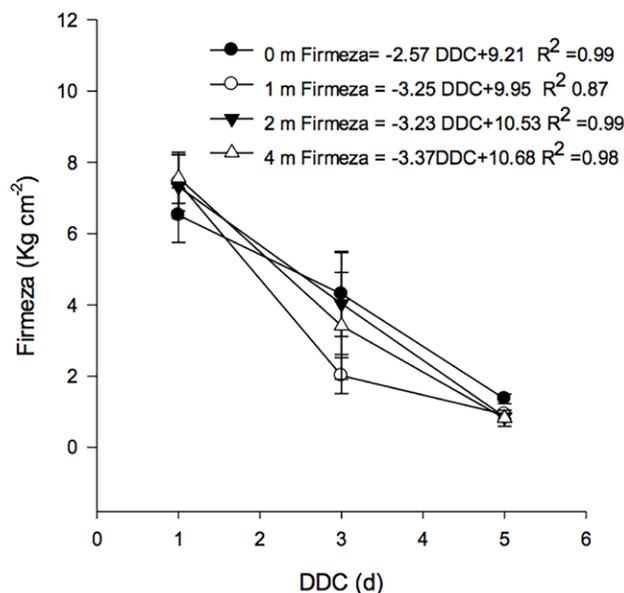
es brusco ocasiona daño a la integridad del fruto y un aumento en la velocidad de pérdida de agua hacia el ambiente (Muy-Rangel et al., 2004; Alia-Tejacal et al., 2008). Por esto es importante evaluar las condiciones de cosecha en las que se observen menores pérdidas del contenido de agua y por tanto de peso.



**Figura 1.** Cambio de peso durante DDC de los frutos de jostilla con golpeo (0, 1, 2 y 4 m de altura). Además se incluye el modelo de regresión (Peso y DDC) con su coeficiente de determinación. Cada punto representa el promedio de 5 repeticiones con error estándar

La pérdida porcentual de peso del día 1 al 7 DDC fue para 0 m de 11.94 %, y para los frutos que fueron golpeados se presentó una pérdida de peso promedio del 22.53 %. La pérdida de firmeza en los frutos de jostilla fue de 2.57, 3.25, 3.23 y 3.37 Kg cm<sup>-2</sup> para el golpeo a 0, 1, 2 y 4 m de altura respectivamente el valor más bajo de esta variable se registró en frutos cosechados sin golpeo, 0m (Figura 2). Como se mencionó antes, los frutos cosechados son susceptibles al daño por golpeo y en la variable de firmeza se hizo evidente el efecto de este. Por otra parte, la pérdida de agua en frutos puede ocasionar ablandamiento durante la maduración y la vida postcosecha, de esta manera se pueden encontrar frutos con mayor turgencia y menor peso (Muy-Rangel et al., 2004; Villaseñor et al., 2006). En este trabajo se encontró que para los frutos con golpeo la firmeza disminuyó 87.31 %, mientras los no golpeados (0m) la disminución fue de 79.08 %. A medida que el fruto avanza en su estado de madurez disminuye la firmeza. No obstante, el golpeo puede provocar daño,

el cual según Laguado et al. (1999) afecta la estructura y composición de paredes celulares y favorece la hidrólisis de pectinas, la liberación de calcio y la oxidación de azúcares y almidones, por tanto, el reblandecimiento del fruto y su deterioro.



**Figura 2.** Cambios en la firmeza de los frutos de jostilla durante los DDC con golpeo (0, 1, 2 y 4 m de altura). Además se incluye el modelo de regresión (Firmeza y DDC) con su coeficiente de determinación. Cada punto representa el promedio de 5 repeticiones y su error estándar.

### Cambios de color

Los cambios de color en frutos son más evidentes durante el proceso de maduración y su medición puede realizarse por el sistema L\*C\*h°, donde "L\*" hace referencia a la luminosidad; es el atributo perceptual que evalúa la sensación visual "claro-oscuro" de un color (la escala numérica va de 0 a 100). C\* es el valor de croma o colorido, que evalúa la sensación visual "débil-fuerte" o "pálido-intenso" de un color (valores de 0 a 60). Por último h° (de 0° a 360°) que hace referencia al tono o ángulo hue, el cual se define como atributo de una sensación visual y según la región se asemeja a uno de los colores percibido: rojo, amarillo, verde y azul o a una combinación de ellos (X-rate Incorporated, 2002). Para los frutos de jostilla tratados con golpeo a 0, 1, 2, y 4 m de altura, no presentaron diferencias significativas (Tabla 1) por lo cual la caída del fruto durante la cosecha no mostró diferencias en el color del epicarpio del fruto de jostilla.

**Tabla 1.** Comparación de medias de los parámetros de color L\*C\*h°, así como azúcares totales y reductores en los frutos de jiotilla con golpeo a 0, 1, 2 y 4 m de altura. n=5.

Golpeo (m)	Parámetros de color			Azúcares	
	L*	C*	h°	Totales	Reductores
	mg g <sup>-1</sup> de peso fresco				
0	34.45 a <sup>z</sup>	13.85 a	61.15 a	51.60 a	8.08 a
1	35.33 a	14.31 a	61.49 a	45.90 a	8.42 a
2	36.02 a	15.11 a	68.39 a	43.80 a	11.91 a
4	36.32 a	14.82 a	68.43 a	34.80 a	12.28 a
DMS	2.57	2.57	13.47	20.20	4.49

<sup>z</sup>Medias con letras iguales por columna no difieren según prueba de LSD (P≤0.05). DMS (Diferencia mínima significativa)

Durante los DDC los parámetros de color en los frutos de jiotilla registraron diferencias significativas presentando valores menores del parámetro L\* al día 7, indicando un obscurecimiento del fruto (Tabla 2) en todos los tratamiento con una pérdida de claridad aproximada del 25 %. El parámetro C\*, el cual define la saturación del color, y permite definir, si el color del fruto es brillante u opaco. Para los frutos de jiotilla se registraron cambios en este parámetro como se observa en la tabla 2, donde el brillo del fruto se modifica de manera significativa (P≤ 0.05). Cuando se analizó por tratamiento se observó que el fruto pierde aproximadamente el 50 % de su brillo con diferencias significativas y se acentúa con 5 y 7 DDC (Tabla 2). Finalmente el valor del parámetro h° representa el continuo de color de un matiz al siguiente en un plano polar, donde valores cercanos a cero son indicadores de color rojo. Cuando se analizó el efecto de golpeo no se observaron diferencias significativas en los frutos (Tabla 1). Sin embargo, el análisis de los días después de la cosecha si mostró cambios significativos en los frutos, con una disminución del valor h° que indicó un cambio de coloración hacia el rojo el cual es el color natural del fruto maduro (Tabla 2).

**Tabla 2.** Comparación de medias de los parámetros de color L\*C\*h°, así como azúcares totales y reductores en los frutos de jiotilla durante los días 1, 3, 5 y 7 DDC. con n=5.

DDC (d)	Parámetros de color			Azúcares	
	L*	C*	h°	Totales	Reductores
	mg g <sup>-1</sup> de peso fresco				
1	41.09 a <sup>z</sup>	21.07 a	93.68 a	39.27 a	10.16 a
3	36.95 b	16.80 b	74.09 b	51.77 a	11.43 a
5	31.77 c	10.69 c	46.62 c	48.00 a	9.01 a
7	32.32 c	9.53 c	45.07 c	37.05 a	10.08 a
DMS	2.57	2.57	13.46	20.20	4.49

<sup>z</sup>Medias con letras iguales por columna no difieren según prueba de LSD (P≤0.05). DMS (Diferencia mínima significativa)

En el análisis de las combinaciones con golpeo y DDC en frutos se observó un cambio de los valores de h, sobre todo después del día 5 DDC para los tratamientos de golpeo a 0, 2 y 4 m de altura (Tabla 3). Los valores de color indican que el fruto de jiotilla cambio de amarillo a rojo, este último es el color aceptado para su consumo como fruta fresca (Emaldi et al., 2006). De esta manera, se corroboró que los frutos se oscurecen al 5 y 7 DDC. Según Franco (2004), los principales pigmentos encontrados en *E. chiotilla* son las betacianinas (pigmentos rojos) que tiene como principal componente a la betalainina y las betaxantina, las cuáles se ven afectadas por factores como luz, pH, oxígeno y temperatura, las fluctuaciones de esta última modifica la velocidad de degradación de estos pigmentos, aunado a los valores de pH y la actividad del agua, observando que ambos tienen un efecto potencial en la estabilidad del pigmento. Por otra parte, los azúcares totales no mostraron diferencias en los valores registrados con golpeo y durante los DDC (Tabla 3). Alia-Tejacal et al., 2000 reportaron que el incremento de carbohidratos puede estar ligado a los daños mecánicos, lo cual aceleran el proceso de maduración. Sin embargo, en el presente trabajo, no presentó este comportamiento. Aunque para esta variable se encontró un coeficiente de variación del 48 % lo cual muestra una variación muy alta. Lo anterior se puede contrarrestar al incrementar el número de repeticiones de la muestra e incrementar los días después de la cosecha de siete a diez y así tener una visión más amplia de lo que pasa con la degradación de estos azúcares, además de recomendar la medición de

etanol. No obstante, el análisis por tratamiento mostró valores altos de azúcares reductores en frutos, aunque sin una tendencia específica (Tabla 3)

**Tabla 3.** Comparación de medias de los parámetros de color L\*C\*h°, así como azúcares totales y reductores en los frutos de jiotilla con golpeo a 0, 1, 2 y 4 m de altura, y durante los días 1, 3, 5 y 7 DDC con n=5.

Golpeo/DDC (m/d)	Color			Azúcares	
	L*	C*	h°	Tot.	Red.
	mg g <sup>-1</sup> de peso fresco				
0/1	40.33 ab <sup>2</sup>	20.07 abc	91.96 a	41.94 ab	11.07 abc
0/3	35.68 bcde	15.44 cde	72.17 abc	37.92 ab	8.55 abc
0/5	30.32 f	10.21 fg	46.18 cd	42.45 ab	8.97 abc
0/7	31.49 ef	9.68 fg	34.30 d	52.90 ab	3.71 c
1/1	42.64 a	22.82 a	98.44 a	32.17 ab	5.49 bc
1/3	34.65 cdef	14.47 def	54.44 bcd	64.89 ab	10.78 abc
1/5	30.91 ef	10.05 fg	39.43 d	67.33 a	8.08 abc
1/7	33.12 def	9.93 fg	53.67 bcd	42.02 ab	9.34 abc
2/1	40.94 a	21.29 ab	93.41 a	40.51 ab	9.56 abc
2/3	38.11 abcd	16.90 bcd	80.38 ab	64.46 ab	15.46 a
2/5	32.75 ef	11.82 def	50.48 cd	52.45 ab	8.14 abc
2/7	32.29 ef	10.42 efg	49.31 cd	26.18 b	14.46 ab
4/1	40.46 ab	20.11 abc	90.93 a	42.48 ab	14.54 a
4/3	39.35 abc	20.42 abc	89.39 a	39.82 ab	10.945 abc
4/5	33.10 def	10.66 efg	50.41 cd	29.79 ab	10.84 abc
4/7	32.40 ef	8.10 g	43.01 d	27.09 ab	12.80 ab
DMS	5.14	5.15	26.93	40.40	8.99

<sup>2</sup>Medias con letras iguales por columna no difieren según prueba de LSD (P≤0.05). DMS (Diferencia mínima significativa) Tot = Totales, Red. = Reductores

La respiración de los frutos favorece la producción de energía que proviene de la oxidación de las propias reservas como polisacáridos, principalmente almidón y distintos metabolitos, dando lugar a la síntesis de azúcares de cadenas cortas como glucosa, fructosa y sacarosa, los azúcares principales que dan el sabor dulce a los frutos (Baez et al., 2008; Taiz y Zeiger., 2010). En el caso de *E. chiotilla*, no presentó diferencia significativa, ni mostró una tendencia definida en la biosíntesis de azúcares reductores (Tabla 3), lo cual puede no estar relacionado a las condiciones propias del estrés por impacto, si no a características propias del fruto. Es posible que *E. chiotilla* mantenga un nivel estable de contenido de azúcares reductores. Baéz et al. (2008), realizaron un estudio de los cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de Pitahaya (*Hylocereus undatus*)

registrando intervalos promedio de azúcares reductores de entre 2.4 y 2.6 % en frutos de hasta 469.2 g de peso. Cifuentes et al., 2010, realizaron un estudio del contenido de azúcares reductores y totales en piñas de agave mezcalero (*Agave potatorum*) registrando promedios de 14.3 % con pesos promedio de 19.7 kg. La degradación de carbohidratos como almidones para dar lugar a azúcares de cadenas reducidas, ligada a la demanda energética del fruto para satisfacer las necesidades cuando ya no está unido a la planta. En *E. chiotilla*, el peso del fruto y su demanda energética una vez cosechado puede ser reducido o no perceptible, por lo que el daño ocasionado por impacto, puede no ser un factor que modifique la concentración de los azúcares reductores y que dependa de otras condiciones. Sin embargo, en los análisis estadísticos tanto de azúcares reductores como totales, los coeficientes de variación fueron altos, como se mencionó anteriormente, esta condición no permite evaluar un efecto de tratamiento de forma objetiva y las variaciones pueden estar por debajo de los umbrales de respuesta. En el 2008 Alia y colaboradores midieron la respiración y producción de etileno en frutos de mamey sapote (*Pouteria sapota*) con tratamientos de daño mecánico y no se encontraron diferencias entre los valores de respiración. Posteriormente (Alia et al., 2010) midieron la misma variable usando el mismo método, solo que incrementaron el número de frutos, encontrando diferencia significativa (P≤0.05) en la tasa respiratoria y el nivel máximo de respiración. Baquero y colaboradores en el 2005 establecieron una curva de respiración de la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*) donde al medir la intensidad respiratoria se encontraron los valores máximos de CO<sub>2</sub> en el día seis destacando una segunda fase donde comienza la etapa de senescencia y disminuye la producción de CO<sub>2</sub>. Por otra parte, existen factores propios del desarrollo de la planta que pueden generar una influencia directa en los registros de azúcares y la actividad respiratoria, tales como la edad de la planta o la estructura anatómica, así como factores abióticos, entre los que se mencionan la temperatura, los niveles de oxígeno, disponibilidad de agua y nutrientes (Alia, 2000; Azcón-Bieto y Talón, 2008). No obstante, Nakasone y Paull (1998) clasificaron al fruto de *E. chiotilla* como un fruto de alta respiración, debido a que se localiza en el rango de respiración menor a 35 mgCO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>. Aunque, Ruiz et al. (2015) encontraron que el fruto de *E. chiotilla* es no climatérico. Por otra parte Ramos y colaboradores en el 2010 realizaron un estudio de daño mecánico en papa donde han demostrado que los daños por golpe, depende la altura de donde se dejen caer, así como las características de la superficie y el tamaño de las papas. De tal manera que el daño será mayor para las papas grandes en relación a las pequeñas, debido a la mayor energía potencial de los tubérculos grandes.

Para este trabajo, se destaca que los frutos de *E. chiotilla* presentaron pesos entre 11 y 15 g aproximadamente. Lo anterior nos permite suponer con base en la teoría de energía potencial gravitacional, que un cuerpo al ser levantado a una determinada altura adquiere esta energía con base en el tamaño y peso, es probable que el impacto que se aplicó a los frutos no provocó un daño significativo (tabla 1) pero si los DDC (tabla 2).

## Conclusiones

El efecto de golpeo provocó una disminución del peso, y firmeza en los frutos de jiotilla cosechados junio. Los parámetros de color en los frutos de jiotilla no fueron modificados por el golpeo, pero si se modificó con los días después de cosecha, donde L\*, C\* h° presentaron disminución en sus valores, lo cual indicó cambios durante los DDC, por lo que el fruto se hace más oscuro, menos brillante y cambia de un color amarillo a rojo. Los azúcares totales y reductores no mostraron diferencias

## Agradecimientos

Agradecimientos a la Dra. Ma. Teresa B. Colinas León, al departamento de Fitotecnia de la UACH, así como a la FES Iztacala de la UNAM.

## Referencias

Alia T. I. (2000). Cambios bioquímicos y fisiológicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn). *Revista Chapingo serie Horticultura.*, 6: 63-72.

Alia T. I., Bautista B. C., Colinas L. M. T., Hernández M. M., Hernández U. L., López V., A Martínez M. A., Rodolfo O. O., Valle G. S. (2008). Estrés por impacto en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) durante el manejo postcosecha. *Revista Fitotecnia Mexicana.*, 31: 61-66.

Alia T. I., Cano V. A., Colinas L. M. T., Pérez L. A., Rangel F. M., Villaseñor P. C. A. (2010). Comportamiento mecánico y fisiológico de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. MOORE & STEARN bajo compresión. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas.*, 1: 119-125.

Arellano E., Casas A. (2003). Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley,

Central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution.*, 50: 439-453.

Azcón B. J., Talón M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal 2ª Ed.* McGraw-Hill Interamericana, España, p.656

Baéz S. R., Centurión Y. A. R., Solís P. S., Saucedo V. C., Sauri D. E. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana.*, 31: 1-5.

Baquero D. E. L., Castro R. J A., Narváez C. C. E. (2005). Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasas en Pitaya amarilla (*Anthocereus pitajaya*) maduración y senescencia. *Acta Biológica Colombiana.*, 10: 49-59

Casas A., Otero A. A., Pérez N. E., Valiente B. A. (2007). In situ management and domestication of plants in mesoamerica. *Annals of Botany.*, 100: 1101 -1115.

Cifuentes D. L. A., Gómez O. S., Orea L. G. (2010). Contenido de azúcares reductores y totales en piñas de agave mezcalero cosechadas en tres ejidos del municipio de Suchil, Durango., Congreso Internacional de Ingeniería y Bioquímica p.7

CONABIO. (2006). BIODIVERSITAS., Boletín Bimestral. No. 68 septiembre-octubre.

Emaldi U., Nassar M. J., Semprum C. (2006). Pulpa del fruto del cardón dato (*Stenocereus griseus*, Cactaceae) como materia prima para la elaboración de mermelada. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.*, 56: 83-92.

Esquivel P. (2004). Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. *Agronomía Mesoamericana Costa Rica.*, 15: 215-219.

Franco Z. M. E. (2004). Caracterización Parcial del Pigmento Rojo del Fruto de Jiotilla (*Escontria chiotilla*); una cactácea Subexplotada. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma-Iztapalapa, México p120

Laguado N., Pérez E., Alvarado C., Marin M. (1999). Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criollo Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales. *Revista de la Facultad de Agronomía.*, 16: 382-397.

López R., Díaz P. J., Martínez F. G. (2000). Propagación vegetativa de tres especies de cactáceas: pitaya (*Stenocereus griseus*), tunillo (*Stenocereus stellatus*) y jiotilla (*Escontria chiotilla*). *Agrociencia.*, 4: 363-367.

Muy Rangel. D., Siller C. J., Díaz P. J., Valdéz T. B. (2004). Las condiciones de almacenamiento y el encerado afectan el estado hídrico y calidad del mango. *Revista Fitotecnia Mexicana.*, 27: 201-209.

Nakasone H. Y., Paull R. E. (1998). Tropical Fruits. CAB International Biddles Ltd. Guildford y King's Lynn. London, p 218.

Ramos E M, Macías S. I., Barreiro E. P. (2010). Daños mecánicos en patata y evaluación mediante productos electrónicos. *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias.*, 19: 18-23

Ruiz H. E. A., Márquez G. J., Pelayo Z. C., Barbosa M. V., Ponce de León G. L. (2015). *Escontria chiotilla* (Cactaceae): fruit development, maturation and harvest index. *Fruits.*, 70: 201-212.

Taiz L., Zeiger E. (2010). *Plant Physiology*. 2ª Ed. Sinauer associates, inc, publishers. Sunderland Massachusetts, U.S.A. p792

Villaseñor P. C. A., Chávez F.S.H., Saucedo V. C., Salazar Z. A., Landois P. L. L., Hernández G. L. H. (2006). Comportamiento mecánico y fisiológico de frutos de melón (*Citrus melo* L.) bajo compresión axial. *Rev. Fitotecnia Mexicana.*, 29: 157-162.

Whitham F. H., Blaydes D. F., Devlin R. M. (1971). *Experiments in plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold Company. New York. En Manual de Técnicas postcosecha. Universidad Autónoma Chapingo, p 62

X-Rite Incorporated. (2002). Guía para entender la comunicación de color. Recuperado el 4 junio del 2018 de [http://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001\\_Understand\\_Color\\_es.pdf](http://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001_Understand_Color_es.pdf)

Yañéz L. L., Armella A. M., Pelayo C., Soriano J., Ramírez G., Sánchez M. D., Juárez A., García L. (2004). Jiotilla Plant (*Escontria chiotilla* (Weber) Britt. & Rose) as a New Resource Native to South México. *Acta Hort.*, 632: 69-74.