

Harper-type melon hybrids have higher quality and longer post-harvest life than commercial hybrids

Los híbridos de melón tipo Harper tienen una calidad y vida poscosecha mayor en comparación con los híbridos comerciales

Verónica García-Mendoza; Pedro Cano Ríos; José Luis Reyes-Carrillo*

Universidad Agraria Antonio Narro. Blvd. Raúl López Sánchez km 2,
Torreón Coahuila, C. P. 27054, MÉXICO.

*Corresponding author: jlreyes54@gmail.com, tel. 871 786 20 56.

Abstract

In the Comarca Lagunera, the melon is considered the most important vegetable crop, so there is interest in venturing into new export markets for which various ways of preserving the fruit have been investigated. The new Harper-type melon hybrids have higher fruit quality, longer post-harvest life and higher yields than commercial ones. The objective of this work was to identify new Harper-type melon hybrids with longer post-harvest life to reach distant markets. Three Harper-type melon hybrids (King RZ, Queen RZ, Alaniz Gold) were evaluated against a control of the region (Cruiser F1). The experiment was carried out in Matamoros, Coahuila, Mexico, under a randomized block design. The post-harvest life of the fruits stored at 18 °C was evaluated at 10, 20 and 30 days, from the weight loss percentage and the speed factor thereof. There was no significant difference in fruit weight and yield. Queen RZ and King RZ hybrids had the highest total soluble solids values at the time of harvest (13.62 and 13.42 °Brix, respectively) and 30 days post-harvest (10.25 and 10.44 °Brix, respectively) ($P \leq 0.05$). Both were marketable after 30 days of storage, sufficient to reach distant markets.

Keywords: *Cucumis melo* L.,
exportation, firmness,
total soluble solids,
weight loss.

Resumen

En la Comarca Lagunera, el melón es considerado el cultivo vegetal más importante, por lo que existe interés en abrir nuevos mercados de exportación para los que se han investigado diversas formas de conservación de la fruta. Los nuevos híbridos de melón tipo Harper tienen una mayor calidad de fruta, mayor vida poscosecha y mayores rendimientos en comparación con los híbridos comerciales. El objetivo de este trabajo fue identificar nuevos híbridos de melón tipo Harper con una vida poscosecha mayor para llegar a mercados lejanos. Se evaluaron tres híbridos de melón tipo Harper (King RZ, Queen RZ, Alaniz Gold) contra un control de la región (Cruiser F1). El experimento se llevó a cabo en Matamoros, Coahuila, México, bajo un diseño de bloques aleatorios. La vida poscosecha de los frutos almacenados a 18 °C se evaluó a los 10, 20 y 30 días a partir del porcentaje de pérdida de peso y su factor de velocidad. No se observaron diferencias significativas en el peso de la fruta y el rendimiento. Los híbridos Queen RZ y King RZ presentaron los mayores valores de sólidos solubles totales al momento de la cosecha (13.62 y 13.42 °Brix, respectivamente) y a los 30 días después de la cosecha (10.25 y 10.44 °Brix, respectivamente) ($P \leq 0.05$). Ambos híbridos fueron comercializables después de 30 días de almacenamiento, suficiente para llegar a mercados lejanos.

Palabras clave: *Cucumis melo* L., exportación, firmeza, sólidos solubles totales, pérdida de peso.



Introduction

Cucumis melo L. (melon) is a perishable fruit due to its high moisture content, hence the importance of finding new ways to preserve it for its storage and transportation. Freezing is one of the most widely used methods, but it reduces its quality by causing irreversible damage (Ayala-Aponte & Cadena, 2014). Identifying the exact point of fruit cooling for its conservation without degrading its cellular structure is very difficult (Chassagne-Berces et al., 2009). Post-harvest storage of melon requires low temperatures (2.2 to 5.0 °C) that enable preserving it for up to 21 days; however, if lower temperatures are applied, they can cause freeze damage (Suslow, Cantwell, & Mitchell, 2002), which is why it is important to find different ways of preserving the fruit to avoid economic losses.

Control of environmental variables such as relative humidity and temperature help to reduce damage caused by rotteness, as well as the use of natural alternatives such as chitosan (Bautista-Baños, Hernández-Lauzardo, Velázquez-del Valle, Bosquez-Molina, & Sánchez-Domínguez, 2005; de Oliveira et al., 2014). Several technologies have been evaluated to preserve the firmness and quality of melon for a longer period of time, including the regulation of temperatures at low levels, the application of waxy mixtures and the use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) as an inhibitor of ethylene to delay maturation (Alanís-Guzman, García-Díaz, Reyes-Avalos, & Meza-Velázquez, 2013; García-Robles, Quintero-Ibarra, Mercado-Ruiz, & Báez-Sañudo, 2016; Li et al., 2011).

To avoid disease and obtain good melon quality and greater post-harvest life, good fertilization is needed before harvest (Alves-Ferreira et al., 2015; Flores et al., 2013). Among the cucurbits, the melon crop has demanding fertilization needs (Lima-de Deus, Soares, Lima-Neves, Francismar-de Medeiros, & Rodrigues-de Miranda, 2015); therefore, products based on carboxylic acids and calcium are applied to increase the quality, amount and shelf life of the fruit (Román-Moreno & Gutiérrez-Coronado, 1998), although obtaining a long post-harvest life is also linked to good crop management.

Consumption of melon is related to the content of total soluble solids (TSS), which is responsible for the sweet taste since it has been established that if a melon fruit has less than 9 °Brix, it is not marketable; if it contains between 9 and 12 °Brix, it is marketable, and if it contains more than 12 °Brix, it possesses an extra quality (Vargas, Castoldi, de Oliveira-Charlo, & Trevizan-Braz, 2008). In addition to the TSS, high quality standards with characteristics such as the internal and external appearance of the fruit and

Introducción

El melón (*Cucumis melo* L.) es una fruta perecedera por su alto contenido de humedad, de ahí la importancia de encontrar nuevas formas de conservarla para poder almacenarla y transportarla. En este sentido, la congelación es uno de los métodos más utilizados, pero reduce su calidad al causar daños irreversibles (Ayala-Aponte & Cadena, 2014). Identificar el punto exacto de enfriamiento de la fruta para su conservación, sin degradar su estructura celular, es muy difícil (Chassagne-Berces et al., 2009). El almacenamiento poscosecha de melón requiere temperaturas bajas (de 2.2 a 5.0 °C) que permiten conservarlo hasta 21 días; sin embargo, si se aplican temperaturas más bajas pueden causar daños por congelación (Suslow, Cantwell, & Mitchell, 2002), por lo que es importante encontrar diferentes maneras de conservar la fruta para evitar pérdidas económicas.

El control de variables ambientales, como la humedad relativa y la temperatura, ayudan a reducir los daños causados por la pudrición, así como el uso de alternativas naturales como el quitosano (Bautista-Baños, Hernández-Lauzardo, Velázquez-del Valle, Bosquez-Molina, & Sánchez-Domínguez, 2005; de Oliveira et al., 2014). Se han evaluado diversas tecnologías para preservar la firmeza y calidad de melón por un período de tiempo más largo, las cuales incluyen la regulación de temperaturas en niveles bajos, la aplicación de mezclas cerosas y el uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP) como inhibidor del etileno para retrasar la maduración (Alanís-Guzman, García-Díaz, Reyes-Avalos, & Meza-Velázquez, 2013; García-Robles, Quintero-Ibarra, Mercado-Ruiz, & Báez-Sañudo, 2016; Li et al., 2011).

Para evitar enfermedades y obtener una buena calidad de melón y mayor vida poscosecha, se necesita una buena fertilización antes de la cosecha (Alves-Ferreira et al., 2015; Flores et al., 2013). Entre las cucurbitáceas, el cultivo de melón tiene necesidades de fertilización exigentes (Lima-de Deus, Soares, Lima-Neves, Francismar-de Medeiros, & Rodrigues-de Miranda, 2015); por lo tanto, se aplican productos a base de ácidos carboxílicos y calcio para aumentar la calidad, cantidad y vida útil de la fruta (Román-Moreno & Gutiérrez-Coronado, 1998), aunque la obtención de una larga vida poscosecha también está ligada a un buen manejo del cultivo.

El consumo de melón está relacionado con el contenido de sólidos solubles totales (SST), responsable del sabor dulce, ya que se ha establecido que si un fruto de melón tiene menos de 9 °Brix no es comercializable, si contiene entre 9 y 12 °Brix es comercializable, y si presenta más de 12 °Brix posee una calidad extra (Vargas, Castoldi, de Oliveira-Charlo, & Trevizan-Braz, 2008). Aparte de los SST, los altos estándares de calidad, con características

the thickness of the pulp are what determine consumer acceptance (Vargas et al., 2008). The different melon genotypes have different organoleptic characteristics, yields, resistance to pests and diseases, fruit quality, adaptation to the environmental conditions of the site, acceptance in the market and post-harvest life (Bianchi et al., 2016; Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017).

One of the regions that produces the most melon in Mexico is the Comarca Lagunera, where in the months of June, July and August there is an excess of supply resulting in low prices (Ramírez-Barraza, García-Salazar, & Mora-Flores, 2015). In Mexico, the Cantaloupe-type melon, also known as Chinese melon, which is rough or reticulated, accounts for 70 % of all melon production, followed by the Honeydew melon, also known as Honeymelon, with 28 %; other types of melon make up the remaining 2 % (Espinoza-Arellano, Orón-Castillo, & Cano-Ríos, 2002). Each country has its own cultural traditions in terms of preferred tastes; consequently, while Harper / Cantaloupe melons account for 85 % of all melon exports to the United States and Honeydew melons only 15 %, Europe's imports are substantially different: 58 % Honeydew melons, 39 % Harper melons and 3 % Galia melons (Monge-Pérez, 2014).

The supply situation in the melon export market requires evaluating recently created cultivars, including those of interest to new markets. The Korean, Japanese and Singaporean markets have great importance, with the melon as either a fresh or frozen product (Laínez & Krarup, 2008). Therefore, it is important for the producer to choose a good genotype with quality characteristics and a long post-harvest life that can reach distant markets, which can yield good profits (Espinoza-Arellano, Lozada-Cota, & Leyva-Nájera, 2011; Espinoza-Arellano et al., 2009).

The Cruiser hybrid is supplied to both domestic and export markets and is one of the main hybrids planted in the Comarca Lagunera (Chew et al., 2010); however, this hybrid has an intermediate post-harvest life, meaning it is unable to reach distant markets in tradable conditions (Suslow et al., 2002). The objective of this research was to identify new Harper-type melon hybrids that have a longer post-harvest life that enables producers to access the aforementioned markets.

Materials and methods

The experiment was carried out in the José María Morelos ejido's El Progreso field located at km 20 of the toll-free Torreón-Salttillo (25° 23' and 25° 48' NL and 103° 23' and 103° 03' WL, at an elevation of between 1,100 and 1,700 masl), in the municipality of Matamoros, Coahuila, Mexico, within the Comarca Lagunera, during the spring-summer agricultural cycle of 2014.

tales como la apariencia interna y externa de la fruta y el grosor de la pulpa, son los que determinan la aceptación por el consumidor (Vargas et al., 2008). Además, los distintos genotipos de melón tienen diferentes características organolépticas, rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades, calidad del fruto, adaptación a las condiciones ambientales del lugar, aceptación en el mercado y vida poscosecha (Bianchi et al., 2016; Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017).

Una de las regiones que produce más melón en México es la Comarca Lagunera, donde en los meses de junio, julio y agosto existe un exceso de oferta que se traduce en precios bajos (Ramírez-Barraza, García-Salazar & Mora-Flores, 2015). En México, el melón tipo Cantaloupe, también conocido como melón chino, áspero o reticulado, representa 70 % de la producción total de melón, seguido por el melón *Honeydew*, también conocido como *Honeymelon*, con 28 %, y el 2 % restante está constituido por otros tipos de melón (Espinoza-Arellano, Orón-Castillo, & Cano-Ríos, 2002). Cada país tiene sus propias tradiciones culturales en términos de gustos y preferencias; por consiguiente, mientras que los melones Harper/Cantaloupe representan el 85 % de todas las exportaciones de melones a Estados Unidos y los melones *Honeydew* solo el 15 %, las importaciones europeas son sustancialmente diferentes: 58 % de melones *Honeydew*, 39 % de melones Harper y 3 % de melones Galia (Monge-Pérez, 2014).

La situación de la oferta en el mercado de exportación de melón requiere la evaluación de cultivares de reciente creación, incluidos los de interés para nuevos mercados. En este contexto, los mercados de Corea, Japón y Singapur son de gran importancia para el melón como producto fresco o congelado (Laínez & Krarup, 2008). Por lo tanto, es importante que el productor elija un buen genotipo con características de calidad y larga vida poscosecha que pueda llegar a mercados lejanos, lo que puede generar beneficios (Espinoza-Arellano, Lozada-Cota, & Leyva-Nájera, 2011; Espinoza-Arellano et al., 2009).

El híbrido Cruiser se suministra tanto al mercado nacional como al mercado de exportación, y es uno de los principales híbridos cultivados en la Comarca Lagunera (Chew et al., 2010); sin embargo, su vida poscosecha es intermedia, lo que significa que es incapaz de llegar a mercados distantes en condiciones comerciales (Suslow et al., 2002). El objetivo de esta investigación fue identificar nuevos híbridos de melón tipo Harper que tengan una vida poscosecha más larga, que permita a los productores acceder a los mercados mencionados.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el campo "El Progreso", perteneciente al ejido José María Morelos, ubicado en el km 20 de la carretera libre de peaje Torreón-Salttillo

Four Harper-type melon hybrids (Alaniz Gold, Queen RZ, King RZ and Cruiser) were evaluated for which a randomized block design with three replications was used. Experimental plots of 2 x 8 m were formed to carry out the test. Planting started on March 16, 2014, with a density of 20,000 plants per hectare. All the preparatory work was carried out prior to sowing: fallowing, tracing, leveling, and tracing of beds; the latter were established in the month of February with a distance of 2 m in width, in a mulching system with strip irrigation. The drippers were 30 cm apart whereas the distance between plants was 25 cm. Pollination was carried out by means of beehives, placing 3 colonies per hectare four days after the onset of male flowering.

Since the soil analysis showed a low percentage of organic matter (1.2 %), the following fertilization plan was chosen: a base fertilization to the soil supplied before sowing of 52-75-0 (N-P-K), continuing with a total fertilization by fertigation of 120-100-200-40-40 (N-P-K-Ca-Mg) divided in all of the vegetative cycle starting from the first flowering. It was complemented with three foliar applications of organic fertilizer containing auxins, gibberellins, cytokinins, and micronutrients in chelated form.

Irrigation was carried out every third day at the beginning of the crop and increased to a daily basis at the appearance of the fruit. A pest and disease control system was implemented using products based on fipronil for soil pests, products based on lambda-cyhalothrin and thiamethoxam for the control of aphids, products with an active ingredient of carbendazim or methyl thiophanate for root diseases, and agrochemicals with the active ingredients difenoconazole and azoxystrobin for the control of molds.

The harvest was carried out on May 17, 2014, cutting 30 fruits of each hybrid. The fruits of the Harper-type hybrids do not detach themselves from the peduncle, so a knife was used to cut them. All fruits were harvested on the same date, according to the treatments.

The variables evaluated were fruit yield ($t \cdot ha^{-1}$), fruit weight (g), polar diameter (PD, cm), equatorial diameter (ED, cm), total soluble solids (TSS, °Brix) and post-harvest life (h), thickness of the epicarp and mesocarp (ET and MT [cm]), and cavity diameter (CD, cm) and firmness of the epicarp and mesocarp (EF and MF [N]), the latter were measured with a Fruit Hardness Tester (FHT 200, Extech® Instruments, USA) using a tip of 6 mm in diameter; the firmness in the epicarp was taken in the equatorial zone, whereas in the mesocarp the average of three measurements of the firmness of the middle part of the pulp was calculated. TSS was determined with a hand refractometer (Master 53a, Atago®, USA).

(25° 23' y 25° 48' latitud norte, y 103° 23' y 103° 03' longitud oeste, entre 1,100 y 1,700 msnm), en el municipio de Matamoros, Coahuila, México, dentro de la Comarca Lagunera, durante el ciclo agrícola primavera-verano de 2014.

Se evaluaron cuatro híbridos de melón tipo Harper (Alaniz Gold, Queen RZ, King RZ y Cruiser), para lo cual se estableció un diseño de bloques aleatorios con tres repeticiones. Se formaron parcelas experimentales de 2 x 8 m para realizar la prueba. La siembra comenzó el 16 de marzo de 2014 con una densidad de 20,000 plantas por hectárea. Todo el trabajo de preparación se realizó antes de la siembra: barbecho, trazado, nivelación y trazado de las camas, estas últimas se establecieron en febrero con una distancia de 2 m de ancho en un sistema de acolchado con riego por cintilla. Los goteros estaban a 30 cm de distancia, mientras que la distancia entre las plantas fue de 25 cm. La polinización se realizó mediante colmenas, para ello se colocaron tres colonias por hectárea cuatro días después del inicio de la floración masculina.

Dado que el análisis del suelo mostró un bajo porcentaje de materia orgánica (1.2 %), se eligió el siguiente plan de fertilización: antes de la siembra se realizó una fertilización base al suelo de 52-75-0 (N-P-K), seguida por un fertirriego de 120-100-200-40-40 (N-P-K-Ca-Mg) dividido en todo el ciclo vegetativo a partir de la primera floración; además, se complementó con tres aplicaciones foliares de fertilizantes orgánicos que contenían auxinas, giberelinas, citoquininas y micronutrientes en forma quelatada.

El riego se realizó cada tres días al inicio de la cosecha e incrementó a diario con la aparición de frutos. Se implementó un sistema de control de plagas y enfermedades utilizando productos a base de fipronil para plagas del suelo, productos a base de lambda-cialotrina y tiametoxam para el control de áfidos, productos con un ingrediente activo de carbendazima o metil tiofanato para enfermedades en raíces y agroquímicos con los ingredientes activos difenoconazol y azoxistrobina para el control de hongos.

La cosecha se realizó el 17 de mayo de 2014, en la cual se cortaron 30 frutos de cada híbrido. Los frutos de los híbridos tipo Harper no se desprenden del pedúnculo, por lo que se utilizó un cuchillo para cortarlos. Todos los frutos se cosecharon en la misma fecha, de acuerdo con los tratamientos.

Las variables evaluadas fueron rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$), peso del fruto (g), diámetro polar (DP, cm), diámetro ecuatorial (DE, cm), sólidos solubles totales (SST, °Brix), vida poscosecha (h), espesor del epicarpio y mesocarpio

For post-harvest life, 15 fruits of each hybrid were sampled and stored at 18 °C without applying any previous treatment or washing. The weight of the fruits was taken every five days until completing 30 days. Every 10 days the weight loss percentage (WL) and the speed factor (SF) were determined for two fruits of each hybrid using the following equation:

$$WL = \frac{\text{Average initial weight} - \text{Average final weight}}{\text{Average initial weight}} \times 100$$

$$SF = \frac{\text{Average initial weight} - \text{Average final weight}}{\text{Storage time}}$$

Statistical analysis

The data obtained were subjected to an analysis of variance, and in cases where significant differences were found a Fisher mean comparison was performed ($P \leq 0.05$). In addition, a regression analysis was performed to assess fruit weight loss. All analyses were performed using the Statistical Analysis System ver. 9.0 (SAS, 2004).

Results

The coefficient of variation (CV) showed values below 23 %. The analysis of variance detected differences among the hybrids in fruit shape, shown by the significance ($P \leq 0.05$) of the epicarp thickness (CV = 22.7 %), mesocarp thickness (CV = 7.7 %), and cavity diameter (CV = 8.2 %), as well as in quality, due to epicarp firmness (CV = 12.5 %), mesocarp firmness (CV = 15.9 %) and concentration of TSS (CV = 18.4 %). No significant difference among the hybrids in the variables fruit weight and yield were observed (Table 1).

Parameters of fruit shape and quality

It is necessary to specify that in the CD and ET variables, the smaller the cavity and thickness the better, contrary to the MT. Alaniz Gold hybrid showed a higher MF value than EF one (Table 2). This may be due to the fruits being harvested when they were not yet ripe enough, resulting in a low TSS value.

(EE y EM [cm]), diámetro de la cavidad (DC, cm) y firmeza del epicarpio y mesocarpio (FE y FM [N]). Estas últimas se obtuvieron con un medidor de dureza de frutas (FHT 200, Extech® Instruments, EUA) con punta de 6 mm de diámetro. La firmeza del epicarpio se tomó en la zona ecuatorial, mientras que la del mesocarpio se calculó a partir de la media de tres mediciones de la firmeza de la parte media de la pulpa. Los SST (°Brix) se determinaron con un refractómetro manual (Master 53a, Atago®, EUA).

Para la vida poscosecha, se tomaron muestras de 15 frutos de cada híbrido y se almacenaron a 18 °C sin aplicar ningún tratamiento o lavado previo. El peso de los frutos se tomó cada cinco días hasta completar 30 días. Cada 10 días se determinó el porcentaje de pérdida de peso (PP) y el factor de velocidad (FV) de dos frutos de cada híbrido mediante las siguientes ecuaciones:

$$PP = \frac{\text{Peso promedio inicial} - \text{Peso promedio final}}{\text{Peso promedio inicial}} \times 100$$

$$FV = \frac{\text{Peso promedio inicial} - \text{Peso promedio final}}{\text{Tiempo de almacenamiento}}$$

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, y en los casos en que se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación de medias de Fisher ($P \leq 0.05$). Además, se realizó un análisis de regresión para evaluar la pérdida de peso del fruto. Todos los análisis se realizaron con el programa *Statistical Analysis System* ver. 9.0 (SAS, 2004).

Resultados

El coeficiente de variación (CV) mostró valores inferiores al 23 %. En el análisis se detectaron diferencias entre los híbridos en la forma del fruto, lo que se refleja en la significancia ($P \leq 0.05$) del espesor del epicarpio (CV = 22.7 %), el espesor del mesocarpio (CV = 7.7 %) y el diámetro de la cavidad (CV = 8.2 %); así como en la calidad debido a la firmeza del epicarpio (CV = 12.5 %), la firmeza del mesocarpio (CV = 15.9 %) y la concentración de SST (CV = 18.4 %). Por otro lado, no se observaron

Table 1. Mean comparisons of fruit weight and yield in *C. melo* hybrids.

Cuadro 1. Comparación de medias de peso del fruto y rendimiento en híbridos de *C. melo*.

	Cruiser F1	Alaniz Gold	Queen RZ	King RZ	LSD ¹ / DMS ¹
Fruit weight (kg)/ Peso del fruto (kg)	1.762 ab ^z	1.641 b	1.924 a	1.935 a	NS
Yield (t·ha ⁻¹)/ Rendimiento (t·ha ⁻¹)	45.291 a	33.894 a	41.303 a	43.532 a	NS

¹LSD = least significant difference; NS = not significant. ²Means with different letters within each line do not differ statistically (Fisher, $P \leq 0.05$).

¹DMS = diferencia mínima significativa; NS = no significativo. ²Medias con la misma letra dentro de cada línea no difieren estadísticamente (Fisher, $P \leq 0.05$).

Table 2. Mean comparisons of the physical parameters evaluated in hybrids of *Cucumis melo* L. at the time of harvest.**Cuadro 2.** Comparación de medias de los parámetros físicos evaluados en híbridos de *Cucumis melo* L. al momento de la cosecha.

	Cruiser F1	Alaniz Gold	Queen RZ	King RZ	LSD/DMS
PD ¹ (cm)/DP ¹ (cm)	15.99 a ²	14.06 b	16.55 a	16.01 a	NS
ED (cm)/DE (cm)	14.69 a	14.98 a	14.92 a	15.02 a	NS
ET (cm)/EE (cm)	0.54 c	0.88 a	0.56 bc	0.65 b	0.09
MT (cm)/EM (cm)	3.71 ab	3.40 c	3.81 a	3.63 b	0.15
CD (cm)/DC (cm)	6.03 b	6.62 a	6.33 ab	6.68 a	0.46
EF (N)/FE (N)	44.46 c	46.95 c	62.52 a	55.36 b	4.74
MF (N)/FM (N)	38.67 c	64.30 a	49.62 b	28.66 c	7.88
TSS (°Brix)/SST (°Brix)	6.54 b	6.80 b	13.62 a	13.42 a	1.43

¹PD = polar diameter; ED = equatorial diameter; ET = epicarp thickness; MT = mesocarp thickness; CD = cavity diameter; EF = epicarp firmness; MF = mesocarp firmness; TSS = total soluble solids; LSD = least significant difference; NS = not significant. ²Means with different letters within each line do not differ statistically (Fisher, $P \leq 0.05$).

¹DP = diámetro polar; DE = diámetro ecuatorial; EE = espesor del epicarpio; EM = espesor del mesocarpio; DC = diámetro de la cavidad; FE = firmeza del epicarpio; FM = firmeza del mesocarpio; SST = sólidos solubles totales; DMS = diferencia mínima significativa; NS = no significativo. ²Medias con la misma letra dentro de cada línea no difieren estadísticamente (Fisher, $P \leq 0.05$).

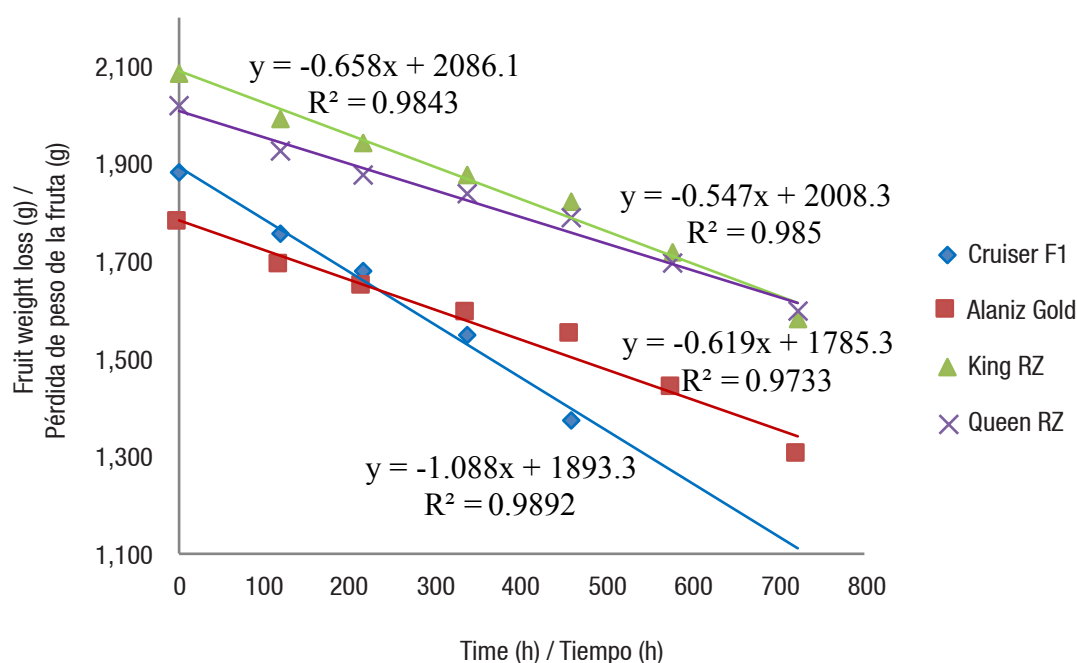
**Figure 1.** Fruit weight loss of the four *Cucumis melo* L. hybrids over time.**Figura 1.** Pérdida de peso del fruto de cuatro híbridos de *Cucumis melo* L. a lo largo del tiempo.

Figure 1 shows the performance of the hybrids over 30 days. The hybrid with the highest weight loss was Cruiser F1, without reaching the end of the experiment. The fruits of this hybrid were only evaluated until day 20 because the commercial maturity of the fruits had already passed.

The regression equations showed that the Queen RZ and King RZ hybrids have similar weights, as well as Alaniz Gold and Cruiser F1; however, the fruit weight

diferencias significativas entre los híbridos en el peso del fruto y rendimiento (Cuadro 1).

Parámetros de forma y calidad del fruto

Es necesario resaltar que en las variables DC y EE, entre más pequeña sea la cavidad y el espesor, el resultado es mejor, a diferencia del EM. El híbrido Alaniz Gold mostró un valor de FM mayor que el de FE (Cuadro 2), lo que pudo deberse a que los frutos se cosecharon

loss in Cruiser F1 was higher ($1.088 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$) compared to the others, and less with Queen RZ with ($0.547 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$). The initial weight of the King RZ's fruit (2,086 g) was the highest, and its final weight at 30 days was similar to that of Queen RZ (1,614 g). The initial weight of Alaniz Gold's fruit (1,785 g) was the lowest of the hybrids; however, its final weight was more than that of Cruiser F1 (1,488 and 1,371 g, respectively) 20 days after harvest.

Tables 3, 4 and 5 show the means of the fruit shape parameters, firmness and concentration of TSS evaluated at 10, 20 and 30 days post-harvest, respectively. The quality of the fruits of the Cruiser F1 hybrid decreased considerably after 20 days; therefore, only results of this hybrid until this date are shown (Table 4).

As for TSS at 10, 20 and 30 days after harvest, it is noticeable that as days go by the value of °Brix decreases, in the case of the Queen RZ and King RZ hybrids, this value reaches approximately 10 °Brix, while Alaniz Gold goes down to 7.4 °Brix. This performance was observed in most of the variables evaluated.

Table 6 shows that the Cruiser F1 hybrid has the highest weight loss speed, which was to be expected due to its short shelf life, while the rest of the hybrids had a similar speed factor. On the other hand, the Queen RZ hybrid showed the lowest percentage of weight loss in the three dates evaluated, followed by King RZ and Alaniz Gold.

Discussion

Fruit weight and fruit yield did not show significant differences among hybrids. The largest production was presented by the hybrid Cruiser F1 ($45.29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$),

cuando aún no estaban lo suficientemente maduros, lo que resulta en un valor bajo de SST.

La Figura 1 muestra el rendimiento de los híbridos durante 30 días. El híbrido con mayor pérdida de peso fue Cruiser F1, sin llegar al final del experimento. Los frutos de este híbrido se evaluaron únicamente hasta el día 20 debido a que ya había pasado su madurez comercial.

Las ecuaciones de regresión mostraron que los híbridos Queen RZ y King RZ tienen pesos similares, así como Alaniz Gold y Cruiser F1; sin embargo, la pérdida de peso de la fruta en Cruiser F1 fue mayor ($1.088 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$) en comparación con los otros, y menor con Queen RZ con ($0.547 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$). El peso inicial del fruto de King RZ (2,086 g) fue el más alto, y su peso final a los 30 días fue similar al de Queen RZ (1,614 g). El peso inicial del fruto de Alaniz Gold (1,785 g) fue el más bajo de los híbridos; sin embargo, su peso final fue mayor que el de Cruiser F1 (1,488 y 1,371 g, respectivamente) a los 20 días de su cosecha.

En los Cuadros 3, 4 y 5 se muestran las medias de los parámetros de forma, firmeza y concentración de SST de los frutos evaluados a los 10, 20 y 30 días después de la cosecha, respectivamente. La calidad de los frutos del híbrido Cruiser F1 disminuyó considerablemente después de los 20 días; por ello, únicamente se muestran resultados de este híbrido hasta esta fecha (Cuadro 4).

En cuanto al contenido de SST a los 10, 20 y 30 días después de la cosecha, se observa que con el paso de los días el valor de °Brix disminuye; en el caso de los híbridos Queen RZ y King RZ, dicho valor llega a

Table 3. Mean comparisons of physical parameters evaluated at 10 days post-harvest in hybrids of *Cucumis melo* L.

Cuadro 3. Comparación de medias de los parámetros físicos evaluados a los 10 días después de la cosecha en híbridos de *Cucumis melo* L.

	Cruiser F1	Alaniz Gold	Queen RZ	King RZ	LSD/DMS
PD ¹ (cm)/DP ¹ (cm)	19.50 a ^z	14.50 b	16.25 b	16.50 b	2.64
ED (cm)/DE (cm)	14.15 a	15.65 a	14.60 a	15.20 a	NS
ET (cm)/EE (cm)	0.80 a	0.70 ab	0.45 c	0.50 bc	0.22
MT (cm)/EM (cm)	3.00 a	3.60 a	3.50 a	3.75 a	NS
CD (cm)/DC (cm)	7.15 a	7.15 a	6.50 a	7.15 a	NS
EF (N)/FE (N)	49.31 b	49.75 b	61.81 a	52.42 ab	9.76
MF (N)/FM (N)	42.63 b	67.11 a	44.90 b	21.32 c	12.70
TSS (°Brix)/SST (°Brix)	6.25 b	10.25 a	12.90 a	12.10 a	2.67

¹PD = polar diameter; ED = equatorial diameter; ET = epicarp thickness; MT = mesocarp thickness; CD = cavity diameter; EF = epicarp firmness; MF = mesocarp firmness; TSS = total soluble solids; LSD = least significant difference; NS = not significant. ^zMeans with different letters within each line do not differ statistically (Fisher, $P \leq 0.05$).

¹DP = diámetro polar; DE = diámetro ecuatorial; EE = espesor del epicarpio; EM = espesor del mesocarpio; DC = diámetro de la cavidad; FE = firmeza del epicarpio; FM = firmeza del mesocarpio; SST = sólidos solubles totales; DMS = diferencia mínima significativa; NS = no significativo. ^zMedias con la misma letra dentro de cada línea no difieren estadísticamente (Fisher, $P \leq 0.05$).

Table 4. Mean comparisons of physical parameters evaluated at 20 days post-harvest in hybrids of *Cucumis melo* L.**Cuadro 4. Comparación de medias de los parámetros físicos evaluados a los 20 días después de la cosecha en híbridos de *Cucumis melo* L.**

	Cruiser F1	Alaniz Gold	Queen RZ	King RZ	LSD /DMS
PD ¹ (cm)/DP ¹ (cm)	16.93 a ^z	15.45 a	16.15 a	16.65 a	NS
ED (cm)/DE (cm)	13.75 b	15.80 a	15.40 a	15.60 a	1.58
ET (cm)/EE (cm)	0.39 a	0.55 a	0.35 a	0.30 a	NS
MT (cm)/EM (cm)	2.79 b	3.40 ab	4.00 a	3.75 a	0.63
CD (cm)/DC (cm)	6.46 a	6.50 a	6.25 a	6.75 a	NS
EF (N)/FE (N)	28.52 b	45.12 a	53.71 a	57.32 a	16.37
MF (N)/FM (N)	14.69 b	47.88 a	23.23 b	19.58 b	18.77
TSS (°Brix)/SST (°Brix)	7.23 b	8.80 b	11.65 a	12.35 a	1.71

¹PD = polar diameter; ED = equatorial diameter; ET = epicarp thickness; MT = mesocarp thickness; CD = cavity diameter; EF = epicarp firmness; MF = mesocarp firmness; TSS = total soluble solids; LSD = least significant difference; NS = not significant. ²Means with different letters within each line do not differ statistically (Fisher, $P \leq 0.05$).

¹DP = diámetro polar; DE = diámetro ecuatorial; EE = espesor del epicarpio; EM = espesor del mesocarpio; DC = diámetro de la cavidad; FE = firmeza del epicarpio; FM = firmeza del mesocarpio; SST = sólidos solubles totales; DMS = diferencia mínima significativa; NS = no significativo. ²Medias con la misma letra dentro de cada línea no difieren estadísticamente (Fisher, $P \leq 0.05$).

Table 5. Mean comparisons of physical parameters evaluated at 30 days post-harvest in hybrids of *Cucumis melo* L.**Cuadro 5. Comparación de medias de los parámetros físicos evaluados a los 30 días después de la cosecha en híbridos de *Cucumis melo* L.**

	Cruiser F1	Alaniz Gold	Queen RZ	King RZ	LSD /DMS
PD ¹ (cm)/DP ¹ (cm)	-	14.19 b ^z	15.74 a	16.03 a	0.66
ED (cm)/DE (cm)	-	14.20 a	14.54 a	14.65 a	NS
ET (cm)/EE (cm)	-	0.44 a	0.35 a	0.26 a	NS
MT (cm)/EM (cm)	-	3.39 b	3.70 a	3.66 a	0.22
CD (cm)/DC (cm)	-	6.39 a	5.95 a	6.37 a	NS
EF (N)/FE (N)	-	51.66 a	50.95 a	48.37 a	NS
MF (N)/FM (N)	-	39.92 a	20.65 b	21.09 b	12.35
TSS (°Brix)/SST (°Brix)	-	7.39 b	10.25 a	10.44 a	1.05

¹PD = polar diameter; ED = equatorial diameter; ET = epicarp thickness; MT = mesocarp thickness; CD = cavity diameter; EF = epicarp firmness; MF = mesocarp firmness; TSS = total soluble solids; LSD = least significant difference; NS = not significant. ²Means with different letters within each line do not differ statistically (Fisher, $P \leq 0.05$).

¹DP = diámetro polar; DE = diámetro ecuatorial; EE = espesor del epicarpio; EM = espesor del mesocarpio; DC = diámetro de la cavidad; FE = firmeza del epicarpio; FM = firmeza del mesocarpio; SST = sólidos solubles totales; DMS = diferencia mínima significativa; NS = no significativo. ²Medias con la misma letra dentro de cada línea no difieren estadísticamente (Fisher, $P \leq 0.05$).

followed by King RZ (43.53 t·ha⁻¹), Queen RZ (41.30 t·ha⁻¹) and finally Alaniz Gold (33.89 t·ha⁻¹). Most of the yields obtained are higher than those observed in a study conducted at the University of Costa Rica where 59 genotypes were evaluated, 18 of them Harper type, and obtained an average of 0.584 kg per fruit with a yield of 34.34 t·ha⁻¹ (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017). On the other hand, the results compiled by Monge-Pérez (2016) indicate a yield of 41.30 t·ha⁻¹ with the hybrid Harper JMX-1001, with a harvest start of 62 days after planting; this value is equal to the one reported with Queen RZ.

aproximadamente 10 °Brix, mientras que en Alaniz Gold baja hasta 7.4 °Brix. Este desempeño se observó en la mayoría de las variables evaluadas.

En el Cuadro 6 se puede observar que el mayor factor de velocidad de pérdida de peso lo presenta el híbrido Cruiser F1, lo que era de esperarse debido a su corta vida de anaquel, mientras que el resto de los híbridos presentaron un factor de velocidad similar entre ellos. Por otro lado, el híbrido Queen RZ mostró el menor porcentaje de pérdida de peso en las tres fechas evaluadas, seguido de King RZ y Alaniz Gold.

Table 6. Fruit weight loss speed factors in fruits at 10, 20 and 30 days post-harvest in *Cucumis melo* L. hybrids.**Cuadro 6. Factores de velocidad de pérdida de peso a los 10, 20 y 30 días después de la cosecha en híbridos de *Cucumis melo* L.**

	IW ¹ (g)/PI ¹ (g)	WL (%) / PP (%)	W (g) / PF (g)	SF (g·h ⁻¹) / FV (g·h ⁻¹)
10 days post-harvest (240 h) / 10 días después de la cosecha (240 h)				
Cruiser F1	2,044	9.78	200	0.83
Alaniz Gold	1,859	7.21	134	0.56
Queen RZ	1,995	6.27	125	0.52
King RZ	2,165	7.53	163	0.68
20 days post-harvest (480 h) / 20 días después de la cosecha (480 h)				
Cruiser F1	1,859	26.14	486	1.01
Alaniz Gold	2,091	12.67	265	0.55
Queen RZ	2,175	11.08	241	0.50
King RZ	2,282	12.58	287	0.60
30 days post-harvest (720 h) / 30 días después de la cosecha (720 h)				
Cruiser F1	-	-	-	-
Alaniz Gold	1,707	23.73	405	0.56
Queen RZ	1,994	20.66	412	0.57
King RZ	2,035	21.43	436	0.61

¹IW = initial weight; WL = percentage of fruit weight loss; W = fruit weight loss; SF = weight loss speed factor.¹PI = peso inicial; PP = porcentaje de pérdida de peso del fruto; PF = peso perdido; FV = factor de velocidad de pérdida de peso.

In the first evaluation of the 120 fruits, it was found that the hybrid that has the best fruit shape characteristics is Queen RZ, with polar and equatorial diameters of 16.55 and 14.95 cm, respectively. In addition it also had the thickest mesocarp (3.81 cm), small cavities (6.33 cm) and not very thick epicarps (0.56 cm), good firmness in the epicarp and mesocarp (62.52 and 49.62 N, respectively), and the highest concentration of TSS (13.62 °Brix). In addition, this hybrid reached 30 days of post-harvest life at 18 °C. Nunes et al. (2004) evaluated different genotypes of Red Fresh in Brazil and obtained a yield of 32.54 t·ha⁻¹ with an average weight of 1.254 kg in fruits with a mesocarp thickness of 3.18 cm, cavity diameter of 6.55 cm, mesocarp firmness of 42.80 N and TSS of 10.89 °Brix; these results are slightly lower than those obtained in this experiment

Laínez and Krarup (2008) evaluating the Glamor cultivar in Chile, and equatorial and polar diameters of 13 and 13.5, respectively, were obtained, with a 4.8 cm cavity diameter, 12.4 °Brix TSS and 18.7 N mesocarp firmness (Laínez & Krarup, 2008). The genotypes evaluated by Monge-Pérez and Loría-Coto (2017) showed 14.54 °Brix and 19.12 N mesocarp firmness. In an evaluation of the genotype Bonus n° 2, Rizzo and Braz (2001) obtained average fruit weight of 693.25 g with polar and equatorial diameters of 10.20 and 10.48 cm respectively, with mesocarp and epicarp thicknesses of 2.80 and 0.209 cm,

Discusión

El peso y rendimiento del fruto no mostraron diferencias significativas entre híbridos. La mayor producción la presentó el híbrido Cruiser F1 (45.29 t·ha⁻¹), seguido de King RZ (43.53 t·ha⁻¹), Queen RZ (41.30 t·ha⁻¹) y finalmente Alaniz Gold (33.89 t·ha⁻¹). La mayoría de los rendimientos obtenidos son mayores a los observados en un estudio realizado en la Universidad de Costa Rica en donde evaluaron 59 genotipos, 18 de ellos tipo Harper, y obtuvieron un promedio de 0.584 kg por fruto con un rendimiento de 34.34 t·ha⁻¹ (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017). Por su parte, los resultados recopilados por Monge-Pérez (2016) indican un rendimiento de 41.30 t·ha⁻¹ con el híbrido Harper JMX-1001, con un inicio de cosecha a los 62 días después de la siembra; este valor es igual al reportado con Queen RZ.

En la primera evaluación de los 120 frutos, se encontró que el híbrido que tiene las mejores características físicas es Queen RZ, con diámetros polares y ecuatoriales de 16.55 y 14.95 cm, respectivamente; además, presentó el mesocarpio más grueso (3.81 cm), pequeñas cavidades (6.33 cm), epicarpios no muy gruesos (0.56 cm), buena firmeza en el epicarpio y mesocarpio (62.52 y 49.62 N, respectivamente), y la mayor concentración de SST (13.62 °Brix). Adicionalmente, este híbrido alcanzó los 30 días de vida poscosecha almacenado a 18 °C.

respectively, and 13.15 °Brix TSS. These results are also below those obtained in this experiment.

The hybrid Alaniz Gold did not present favorable results in the variables studied, possibly because its fruits were harvested when they were not yet at their point of maturation. In the evaluation of hybrids at 10 days after harvest, it is shown that Queen RZ continues to maintain quality characteristics. In general, the four hybrids showed a decrease in TSS and in most of the variables evaluated. In the evaluation after 20 days, the Queen RZ hybrid remains outstanding in terms of TSS (11.65 °Brix); however, it was surpassed by the King RZ hybrid, which obtained 12.35 °Brix. In the last evaluation carried out at 30 days, only Alaniz Gold, Queen RZ and King RZ fruits were available. The last two were the ones that obtained the most favorable values, reaching 10.25 and 10.44 °Brix, respectively.

It can be affirmed that as days go by, the amount of °Brix decreases, with the Queen RZ and King RZ hybrids having around 10 °Brix, while Alaniz Gold drops up to 7.4 °Brix. The above, according to the literature, indicates that the hybrids Queen RZ and King RZ can be commercialized after 30 days of storage at 18 °C; this is due to the fact that they present TSS values in the range considered as marketable (between 9 and 12 °Brix) (Vargas et al., 2008).

Mesocarp firmness in the Queen RZ hybrid was 44.90 N at 10 days after harvest, decreasing to 20.65 N at 30 days. Laínez and Krarup (2008), in evaluating fruits of Oriental-type cantaloupes stored at 0 and 10 °C for 21 days, found that the fruits of the cultivar Glamour underwent a reduction in quality with a firmness of 41.8 and 16 N and TSS of 11.4 and 10.5 °Brix, at 0 and 10 °C, respectively. Gomes, Menezes, Nunes, Costa, and Souza (2001) analyzed two cutting dates (when the fruit is not ripe [II] and when the fruit is fully ripe [IV]) in Cantaloupe-type fruits stored for 25 days at 20 °C and obtained firmness values of 30.07 and 17.87 N for II and IV, respectively, at the beginning of storage, and 5.32 and 3.50 N at the end of the storage period.

Brackmann et al. (2006) evaluated the hybrid Torreon grown hydroponically and stored in polyethylene packages for 25 days at 2 °C, and observed that the mesocarp firmness was initially 17.4 ± 2.4 N and ended at 16.9 N (Brackmann et al., 2006).

The Queen RZ hybrid stands out among the four hybrids by obtaining the least fruit weight loss with an average speed factor of $0.55 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$. The fruit weight loss percentages incurred by the Queen RZ hybrid fruits were 6.27, 11.10 and 19.80 % at 10, 20 and 30 days respectively with a speed factor of 0.52, 0.50 and $0.57 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$ respectively. These values are lower than those reported by Cano-Ríos, Theran-Kruger, and

Nunes et al. (2004) evaluaron diferentes genotipos de Red Fresh en Brasil y obtuvieron un rendimiento de $32.54 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ con 1.254 kg de peso promedio en frutos con un grosor de mesocarpio de 3.18 cm, diámetro de cavidad de 6.55 cm, firmeza de mesocarpio de 42.80 N y SST de 10.89 °Brix; estos resultados son ligeramente inferiores a los obtenidos en este experimento.

Por su parte, Laínez y Krarup (2008) evaluando el cultivar Glamour en Chile y obtuvieron diámetros ecuatoriales y polares de 13 y 13.5 cm, respectivamente, diámetro de cavidad de 4.8 cm, SST de 12.4 °Brix y firmeza del mesocarpio de 18.7 N. Mientras que, los genotipos evaluados por Monge-Pérez y Loría-Coto (2017) mostraron 14.54 °Brix y firmeza del mesocarpio de 19.12 N. En una evaluación del genotipo Bonus n° 2, Rizzo y Braz (2001) obtuvieron un peso promedio de fruto de 693.25 g, con diámetros polares y ecuatoriales de 10.20 y 10.48 cm, respectivamente, espesores de mesocarpio y epicarpio de 2.80 y 0.209 cm, respectivamente, y SST de 13.15 °Brix. Dichos resultados también son inferiores a los obtenidos en este trabajo.

El híbrido Alaniz Gold no presentó resultados favorables en las variables estudiadas, posiblemente debido a que sus frutos fueron cosechados cuando aún no estaban en su punto de maduración. En la evaluación de híbridos a los 10 días después de la cosecha, se muestra que Queen RZ sigue manteniendo las características de calidad; aunque, en general, los cuatro híbridos mostraron una disminución en SST y en la mayoría de las variables evaluadas. En la evaluación después de 20 días, el híbrido Queen RZ permanece sobresaliente en cuanto a SST (11.65 °Brix); sin embargo, fue superado por el híbrido King RZ, el cual obtuvo 12.35 °Brix. En la última evaluación realizada a los 30 días, solo los frutos de Alaniz Gold, Queen RZ y King RZ estuvieron disponibles, y los dos últimos fueron los que obtuvieron los valores más favorables, alcanzando 10.25 y 10.44 °Brix, respectivamente.

Se puede afirmar que, con el paso de los días, la cantidad de °Brix disminuye en los híbridos Queen RZ y King RZ, teniendo alrededor de 10 °Brix, mientras que Alaniz Gold baja hasta 7.4 °Brix. Lo anterior, de acuerdo con la literatura, indica que los híbridos Queen RZ y King RZ se pueden comercializar después de 30 días de almacenamiento a 18 °C; esto debido a que presentan valores de SST en el rango considerado como comercializable (entre 9 y 12 °Brix) (Vargas et al., 2008).

La firmeza del mesocarpio en el híbrido Queen RZ fue de 44.90 N a los 10 días de la cosecha, disminuyendo a 20.65 N a los 30 días. Laínez y Krarup (2008), al evaluar frutos de melones tipo oriental almacenados a 0 y 10 °C durante 21 días, encontraron que los frutos del cultivar Glamour sufrieron una reducción de la

Esparza-Martínez (2004) in a study conducted in the Comarca Lagunera with cross-linked hybrids, because fruit weight loss percentages of 16.80 and 13.60 % were obtained for Hy Mark and Cruiser, respectively, with a speed factor of 1.55 and 1.24 g·h⁻¹, at 6 storage days.

Conclusions

Fruit shape parameters (equatorial and polar diameter) in the Harper-type melon hybrids were not significantly modified by the fruit weight loss caused by the passage of time; however, the quality of the fruit is diminished by the effect of storage (30 days, 18 °C), since the fruit weight loss causes reduced firmness and TSS. According to the results obtained, we can affirm that the Queen RZ and King RZ Harper-type hybrids were marketable after 30 days post-harvest, sufficient to reach distant markets. These hybrids also had better fruit shape parameters, greater firmness and a higher concentration of TSS compared to the control of the region (Cruiser F1).

Harper-type melon hybrids represent an opportunity for melon producers to venture not only into distant markets, but to introduce this type of melon in the national market and change the planting and marketing paradigm.

Acknowledgments

We thank MsC. Victor Manuel Valdéz Rodríguez for his collaboration in the field crop for the evaluation of his hybrids, thereby making it possible to carry out this investigation.

End of English version

References / Referencias

- Alanís-Guzman, M. G., García-Díaz, C. L., Reyes-Avalos, M. C., & Meza-Velázquez, J. A. (2013). Application of hydro-cooling and an HPMC paraffin coat to increase the shelf life of Cantaloupe melon. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*, 29(2), 179-190. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000200007
- Alves-Ferreira, H., Araújo-do Nascimento, C. W., Datnoff, L. E., de Sousa-Nunes, G. H., Preston, W., Barbosa-de Souza, E., & Ramos-Mariano, R. L. (2015). Effects of silicon on resistance to bacterial fruit blotch and growth of melon. *Crop Protection*, 78(1), 277-283. doi: 10.1016/j.cropro.2015.09.025
- Ayala-Aponte, A., & Cadena, M. I. (2014). The influence of osmotic pretreatments on melon (*Cucumis melo* L.) quality during frozen storage. *DYNA*, 81(186), 81-86. doi: 10.15446/dyna.v81n186.38700

calidad con una firmeza de 41.8 y 16 N, y SST de 11.4 y 10.5 °Brix, a 0 y 10 °C, respectivamente. Gomes, Menezes, Nunes, Costa, y Souza (2001) analizaron dos fechas de corte (cuando la fruta no está madura [II] y cuando la fruta está completamente madura [IV]) en frutos tipo Cantaloupe almacenados por 25 días a 20 °C y obtuvieron valores de firmeza de 30.07 y 17.87 N para II y IV, respectivamente, al inicio del almacenamiento, y de 5.32 y 3.50 N al final del período de almacenamiento.

Brackmann et al. (2006) evaluaron el híbrido Torreón, cultivado hidropónicamente y almacenado en paquetes de polietileno durante 25 días a 2 °C, y observaron que la firmeza del mesocarpio fue inicialmente de 17.4 ± 2.4 N y terminó en 16.9 N.

El híbrido Queen RZ se distingue de los cuatro híbridos por obtener la menor pérdida de peso del fruto con un factor de velocidad promedio de 0.55 g·h⁻¹. Los porcentajes de pérdida de peso de los frutos del híbrido Queen RZ fueron de 6.27, 11.08 y 20.66 % a los 10, 20 y 30 días, respectivamente, con un factor de velocidad de 0.52, 0.50 y 0.57 g·h⁻¹, respectivamente. Dichos valores son inferiores a los reportados por Cano-Ríos, Theran-Kruger, y Esparza-Martínez (2004) en un estudio realizado en la Comarca Lagunera con híbridos entrecruzados, ya que obtuvieron porcentajes de pérdida de peso de 16.80 y 13.60 % para Hy Mark y Cruiser, respectivamente, con un factor de velocidad de 1.55 y 1.24 g·h⁻¹ a 6 días de almacenamiento.

Conclusiones

Los parámetros de forma del fruto (diámetro ecuatorial y polar) en los híbridos de melón tipo Harper no fueron modificados significativamente por la pérdida de peso del fruto causada por el paso del tiempo; sin embargo, la calidad del fruto se ve disminuida por el efecto del almacenamiento (30 días, 18 °C), ya que la pérdida de peso del fruto causa una reducción de la firmeza y SST. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que los híbridos Queen RZ y King RZ tipo Harper son comercializables después de 30 días de la cosecha, tiempo suficiente para llegar a mercados lejanos. Estos híbridos también tuvieron mejores parámetros de forma del fruto, mayor firmeza y concentración de SST en comparación con el control de la región (Cruiser F1).

Los híbridos de melón tipo Harper representan una oportunidad para que los productores de melón no solo exportar a mercados lejanos, sino que también introduzcan este tipo de melón en el mercado nacional y cambien el paradigma de siembra y comercialización.

- Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A. N., Velázquez-del Valle, M. G., Bosquez-Molina, E., & Sánchez-Domínguez, D. (2005). Quitosano: Una alternativa natural para reducir microorganismos postcosecha y mantener la vida de anaquel de productos hortícolas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 7(1), 1-6. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81370102>
- Bianchi, T., Guerrero, L., Gratacós-Cubarsí, M., Claret, A., Argyris, J., García-Mas, J., & Hortós, M. (2016). Textural properties of different melon (*Cucumis melo* L.) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation. *Scientia Horticulturae*, 201(1), 46-56. doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.028
- Brackmann, A., Eisermann, A. C., Hettwer-Giehl, R. F., Binotto-Fagan, E., Petter-Medeiros, S. L., & Steffens, C. A. (2006). Quality of Torreon hybrid melon fruits (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud.) grown in hydroponic system and stored in polyethylene packaging. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36(4), 1143-1149. doi: 10.1590/S0103-84782006000400016
- Cano-Ríos, P., Theran-Kruger, K. E., & Esparza-Martínez, J. H. (2004). Calidad de fruta de híbridos de melón reticulado (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 3, 123-130. Retrieved from <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchszaIII917.pdf>
- Chassagne-Berces, S., Poirier, C., Devaux, M. F., Fonseca, F., Lahaye, M., Pigorini, G., Girault, C., Marin, M., & Guillon, F. (2009). Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing. *Food Research International*, 42(7), 788-797. doi: 10.1016/j.foodres.2009.03.001
- Chew, M. Y. I., Reyes, J. I., Espinoza, A. J. J., Ramírez, D. M., Pastor, L. F. J., Figueroa, V. U., & Cano, R. P. (2010). *Guía para la producción de melón en la Región Lagunera*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- de Oliveira, M. J., Laranjeira, D., Saraiva-Camara, M. P., Ferraz-Laranjeira, F., Armengol, J., & Michereff, S. J. (2014). Effects of wounding, humidity, temperature, and inoculum concentrations on the severity of corky dry rot caused by *Fusarium semitectum* in melon fruits. *Acta Scientiarum Agronomy*, 36(3), 281-289. doi: 10.4025/actasciagron.v36i3.17656
- Espinoza-Arellano, J. J., Lozada-Cota, M., & Leyva-Nájera, S. (2011). Posibilidades y restricciones para la exportación de melón cantaloupe producido en el municipio de Mapimí, Dgo., México al mercado de los Estados Unidos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 28(15), 593-604. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14115904013>
- Espinoza-Arellano, J. J., Lozada-Cota, M., Leyva-Nájera, S., Cano-Ríos, P., Arreola-Avila, J. G., & Ruiz-Torres, J. (2009). Ventanas de mercado en los Estados Unidos de América para exportación de melón cantaloupe procedente de la Comarca Lagunera México. *Revista*
- Agradecimientos**
- Agradecemos al Ms.C. Víctor Manuel Valdéz Rodríguez por su colaboración en el cultivo de campo para la evaluación de sus híbridos, haciendo posible la realización de esta investigación.
- Fin de la versión en español*
- Chapingo Serie Zonas Áridas, 8(1), 149-158. Retrieved from <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchszaVIII1062.pdf>
- Espinoza-Arellano, J. J., Orona-Castillo, I., & Cano-Ríos, P. (2002). *El melón: Tecnologías de producción y comercialización*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Flores, G. N., Flores, R. A., Fabela, Z. A., Aguilera, T. D., Flores, M. A., & Alfaro, H. L. (2013). *Curvas de absorción de nutrimentos en melón en áreas potenciales de la Comarca Lagunera*. México: Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, A.C. e Instituto Tecnológico de Roque.
- García-Robles, J. M., Quintero-Ibarra, M., Mercado-Ruiz, J. N., & Báez-Sañudo, R. (2016). Conservación postcosecha de melón cantaloupe mediante el uso de cera comestible y 1-metilciclopropeno. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(1), 79-85. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/813/81346341011.pdf>
- Gomes, J., Menezes, J. B., Nunes, G. H. S., Costa, F. B., & Souza, P. A. (2001). Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. *Horticultura Brasileira*, 19(3), 356-360. doi: 10.1590/S0102-05362001000300014
- Laínez, D., & Krarup, C. (2008). Caracterización en pre y poscosecha de dos cultivares de melón reticulado del tipo Oriental (*Cucumis melo* Grupo *Cantalupensis*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 35(1), 59-66. doi: 10.4067/S0718-16202008000100006
- Li, X. W., Jin, P., Wang, J., Zhu, X., Yang, H. Y., & Zheng, Y. H. (2011). 1-methylcyclopropene delays postharvest ripening and reduces decay in hami melon. *Journal of Food Quality*, 34(1), 119-125. doi: 10.1111/j.1745-4557.2011.00377.x
- Lima-de Deus, J. A., Soares, I., Lima-Neves, J. C., Francismar-de Medeiros, J., & Rodrigues-de Miranda, F. (2015). Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(2), 498-511. doi: 10.1590/01000683rbcs20140172
- Monge-Pérez, J. E. (2014). Costa Rican melon (*Cucumis melo*) production and exports. *Tecnología en Marcha*, 27(1), 93-103. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317490710_Costa_Rican_melon_Cucumis_melo_production_and_exports
- Monge-Pérez, J. E. (2016). Evaluación de 70 genotipos de melón (*Cucumis melo* L.) cultivados bajo invernadero en

- Costa Rica. *InterSedes*, 17(1), 1-41. doi: 10.15517/isucr.v17i36.26944
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, M. (2017). Producción de melón en invernadero: comparación agronómica entre tipos de melón. *Revista Posgrado y Sociedad*, 15(2), 79-100. doi: 10.22458/rpys.v15i2.1966
- Nunes, G. H., Santos, J. J., Andrade, F. V., Bezerra-Neto, F., Almeida, A. H., & Medeiros, D. C. (2004). Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. *Horticultura Brasileira*, 22(4), 744-747. doi: 10.1590/S0102-05362004000400015
- Ramírez-Barraza, B. A., García-Salazar, J. A., & Mora-Flores, J. S. (2015). Producción de melón y sandía en la Comarca Lagunera: un estudio de planeación para reducir la volatilidad de precios. *Ciencia Naturales y Agropecuarias*, 22(1), 45-53. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5000341>
- Rizzo, A. A., & Braz, L. T. (2001). Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação. *Horticultura Brasileira*, 19(3), 370-373. doi: 10.1590/S0102-05362001000300017
- Román-Moreno, L. F., & Gutiérrez-Coronado, M. A. (1998). Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. *Terra Latinoamericana*, 16(1), 49-54. doi: <https://chapingo.mx/terra/contenido/16/1/art49-54.pdf>
- Statistical Analysis System (SAS Institute). (2004). *SAS User's Guide version 9.0*. Cary, N.C., USA: Author.
- Suslow, T., Cantwell, M., & Mitchell, J. (2002). *Melón Cantaloupe (Chino o de Red): Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha*. California: University of California. Retrieved from http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_Spanish/?uid=38&ds=802
- Vargas, P. F., Castoldi, R., de Oliveira-Charlo, H. C., & Trevizan-Braz, L. (2008). Qualidade de melão rendilhado (*Cucumis melo* L.) em função do sistema de cultivo. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(1), 137-142. doi: 10.1590/S1413-70542008000100020