

## Características de calidad de zapote mamey (*Pouteria sapota* jacq.) seleccionado en Alpoeyca, Guerrero, México\*

### Quality features of zapote mamey (*Pouteria sapota* jacq.) selected in Alpoeyca, Guerrero, Mexico

Saúl Espinosa-Zaragoza<sup>1§</sup>, Ángel Villegas-Monter<sup>2</sup>, Crescenciano Saucedo-Veloz<sup>2</sup>, Joel Corrales-García<sup>3</sup>, Carlos Hugo Avendaño Arrazate<sup>4</sup> e Irán Alia-Tejaca<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad de Ciencias Agrícolas. Carretera Costera entronque Estación Huehuetán, Huehuetán, Chiapas, México. C. P. 30660. Tel: 964 62 70128. <sup>2</sup>Instituto de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Posgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. C. P. 56230. Montecillo, México. (avillega@colpos.mx; sauvelez@colpos.mx). Tel: 5959522000. <sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5. C. P. 56230, Tel: 5959521500. (joelcorrales@hotmail.com). <sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental 'Rosario Izapa'. Tuxtla Chico, Chiapas, México. C. P. 30700. Tel: 9621210383. (avendano.carlos@inifap.gob.mx). <sup>5</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Cuernavaca, Morelos, México C. P. 62210, México. Tel. 7771345402. (ijac96@yahoo.com.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: saulez1@gmail.com.

## Resumen

Se midieron características de calidad y poscosecha de frutos de 11 materiales de mamey (Cid, Darío, Díaz, Genaro, Juanito, Pardo I, Pardo II, Pardo III, Regalo, Risueño y Rojo) de la región de Alpoeyca, Guerrero, México. Los frutos se cosecharon en madurez fisiológica, y se midieron: peso total, proporción de pulpa, cáscara y semilla, índice de forma mediante la relación longitud/diámetro. Se almacenaron a  $20 \pm 2$  °C por 7 d se midió color, firmeza y concentración de azúcares totales en la pulpa, y la pérdida de peso. Cid, Darío, Díaz, Genaro, Pardo II, Risueño y Rojo produjeron frutos de peso menor a 500 g. Risueño presentó la mayor proporción de pulpa y la menor de semilla y cáscara. Díaz, Pardo II, Pardo III y Regalo presentaron color naranja rojizo intenso. La firmeza a la madurez de consumo varió entre 41.3 N en la selección Risueño y 1.4 N en la Rojo. La mayor concentración de azúcares la tuvo Rojo (42.8%) y la menor a Pardo I (10.9%). La vida poscosecha fue de 5 d coincidente con la madurez de consumo, pero la prolongación hasta 7 d resultó en frutos sobremaduros.

**Palabras clave:** *Pouteria sapota* (Jacq), azúcares, calidad de fruto, color, firmeza.

## Abstract

The quality characteristics and postharvest were measured in fruit of 11 materials mamey (Cid, Darío Diaz, Genaro, Juanito, Pardo I, Pardo II, Pardo III, Gift, Laughing and Red) in the region of Alpoeyca, Guerrero, Mexico. The fruits were harvested at physiological maturity, and were measured: total weight, proportion of pulp, peel and seed shape index by length/diameter ratio. They are stored at  $20 \pm 2$  °C for 7 d color, firmness and total sugar concentration in the pulp, and weight loss was measured. Cid, Darío Diaz, Genaro, Pardo II, Risueño and Red produced fruits weighing less than 500 g. Risueño had the highest proportion of pulp and lowest seed and zest. Diaz Pardo II, III and Gift Pardo had deep orange-red. Firmness to maturity of consumption varied between 41.3 N in the selection Risueño and 1.4 N in the red. The highest concentration of sugars Red (42.8%) and the lowest Pardo I (10.9%) had. Shelf life was of 5 matching d with maturity of consumption, but the extension to 7 d resulted in overripe fruit.

**Keywords:** *Pouteria sapota* (Jacq), color, fruit quality, firmness, sugars.

El zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq) H.E. Moore & Stearn) es un frutal originario de Centroamérica. En México se desarrolla en regiones tropicales y subtropicales, y se considera una especie subutilizada (Mooseler y Nesheim, 2002). En México (SIACON, 2007) la producción de este frutal se estima en 14,024 t distribuidas en 1 330 ha. Los principales estados productores fueron Chiapas, Guerrero, Tabasco y Yucatán. En el país la producción de mamey se basa principalmente en materiales segregantes, lo que origina variabilidad en la cantidad y calidad de fruto; sin embargo, existen variedades (Danny, Magaña I, II y III), caracterizados por sus frutos de peso promedio de 800 g lo que limita su consumo en fresco (Campbell, 1992). Los frutos de mayor demanda como fruto fresco se caracterizan por su peso de 300 a 500 g, color rojo de pulpa y bajo contenido de fibra y los producen algunos materiales nativos. Por la variabilidad encontrada en el estado de Guerrero se han seleccionado materiales considerando características morfológicas de la planta, patrón de fructificación, cantidad, calidad y época de cosecha de la producción (Bayuelo y Ochoa, 2006). En el estado de Guerrero existen materiales nativos destacados, los frutos de 11 de ellos se considerando características anatómicas, físico-químicas y fisiológicas relacionadas con la calidad y vida poscosecha de la fruta.

Los árboles caracterizados se desarrollaron en el municipio de Alpoyecá, situado en la Cañada de Huamuxtitlán, Guerrero, México (17° 41' latitud norte y 98° 30' longitud oeste y una altitud de 1 030 m). Se seleccionaron 11 genotipos nombrados por los productores y caracterizados por su producción, tamaño de fruto, color de pulpa y cantidad de semillas. Los frutos se cosecharon cuando la pulpa debajo de la cáscara presentaba un color rosado-carmesí característico, luego se cortaron con una canasta de uso convencional para cosecha de frutos. Se transportaron en cajas de plástico al Laboratorio Poscosecha del Colegio de Posgraduados para su análisis. Se usaron 70 frutos por árbol, 20 para hacer mediciones constantes (y 50 para análisis destructivos durante el experimento, todos se almacenaron a temperatura ambiente (20±3 °C y 50-60% de humedad relativa). Por siete días se midieron: peso (g), longitud (cm), diámetro (cm), índice de forma (longitud/diámetro), y proporción semilla/pulpa/cáscara (pesando cada uno de los componentes).

Durante el almacenamiento se muestrearon aleatoriamente, cada dos días 10 frutos para medirles: Color de la pulpa con un colorímetro (Hunter Lab D25-PC2 en escala CIE L\*a\*b) para calcular el ángulo del matiz ( $^{\circ}\text{Hue} = \arctan b/a$ ) y el índice de saturación ( $\text{Croma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$ ) de acuerdo con McGuire (1992) y el índice de color ( $\text{IC} = ab/L$ ) propuesto por

The mamey (*Pouteria sapota* (Jacq) H. E. Moore & Stearn) is a native fruit of Central America. In Mexico it develops in tropical and subtropical regions, and is considered an underutilized species (Mooseler and Nesheim, 2002). In Mexico (SIACON, 2007) the production of this fruit is estimated at 14 024 t in 1 330 ha. The main producing states were Chiapas, Guerrero, Tabasco and Yucatan. In the country mamey production it is mainly based on segregating materials, resulting in variability in the amount and quality of fruit; however, there are varieties (Danny Magana I, II and III), characterized by their fruits average weight of 800 g limiting fresh consumption (Campbell, 1992). The fruits of increased demand as fresh fruit are characterized by weight of 300-500 g, red pulp and low fiber content and produce some native materials. The variability found in the state of Guerrero materials have been selected considering morphological characteristics of the plant, fruiting pattern, quantity, quality and harvest time of production (Bayuelo and Ochoa, 2006). In the state of Guerrero are featured native materials, the fruits of 11 of these anatomical, physico-chemical and physiological characteristics related to quality and postharvest life of fruit are considering.

The trees characterized developed in the municipality of Alpoyecá located in Glen Huamuxtitlán, Guerrero, Mexico (17° 41' north latitude and 98° 30' west longitude and an altitude of 1 030 m). The 11 genotypes appointed by producers and characterized by their production, fruit size, color pulp and many seeds were selected. The fruits are harvested when the pulp under the shell had a characteristic pink-crimson, then cut with a basket of conventional use for crop of fruit. They were transported in plastic boxes postharvest laboratory of the graduate school for analysis. The 70 fruits per tree, 20 were used to make constant (and 50 measurements for destructive analysis during the experiment, all stored at room temperature (20±3 °C and 50-60% relative humidity). For seven days were measured: weight (g), length (cm), diameter (cm), index (length/diameter) ratio and seed/pulp/peel (weighing each of the components).

During storage were sampled randomly, every other day 10 fruits for measure: color pulp with a colorimeter (Hunter Lab D25-PC2 scale CIE L\*a\*b) to calculate the angle of the hue ( $^{\circ}\text{Hue} = \arctan b/a$ ) and the saturation index ( $\text{Chroma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$ ) according to McGuire (1992) and the color index ( $\text{IC} = ab/L$ ) proposed by Villanueva-Arce *et al.* (2000). The pulp firmness was measured with a texture analyzer (FDV-30; 30 lb X 0.01 lb) using a conical strut 8 mm in diameter

Villanueva-Arce *et al.* (2000). La firmeza de la pulpa se midió con un texturómetro (FDV-30; 30 lb X 0.01 lb), utilizando un puntal cónico de 8 mm de diámetro y reportando la resistencia a la penetración en Newtons. Los azúcares totales de la pulpa se cuantificaron por el método de Antrona (Witham *et al.*, 1971) y reportando los datos como mg 100 g<sup>-1</sup>.

Asimismo, en 10 frutos se realizaron medidas de pérdidas de peso, para lo cual diariamente, desde la cosecha hasta la madurez de consumo, se determinó el peso de cada uno de los frutos y con las diferencias respecto al valor inicial se obtuvo el porcentaje de pérdidas acumulativas. Para el análisis de los datos se usó el diseño estadístico completamente al azar, siendo la unidad experimental un fruto y con 10 repeticiones por día de evaluación. El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1999) aplicando la técnica del análisis de varianza y comparación de medias por Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Respecto a las características morfológicas de los frutos, se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el peso promedio de los frutos.

El mayor peso lo tuvieron Pardo III y Juanito con 824 y 0.671 g, respectivamente. El menor peso correspondió a Regalo y Pardo II con 367 g y 369 g, respectivamente. Los demás materiales presentaron un peso entre 427 (Cid) y 551 g (Pardo I) (Cuadro 1). La proporción de pulpa (> 80%) se observó en las selecciones Cid, Genaro, Pardo III, Regalo y Risueño; la mayor proporción de cáscara (> 11%) correspondió a las selecciones Cid, Darío, Díaz, Juanito, Pardo I, Pardo II, Pardo III, y Rojo. La menor proporción de semilla (< 8%) se presentó en las selecciones Cid, Pardo III y Risueño.

De acuerdo con Alia *et al.* (2002) el tamaño de los frutos de mamey en Morelos, México varía entre 200 g a 3 kg. Los materiales de mayor tamaño se destinan al procesamiento de pulpa y los de menor tamaño al consumo en fresco. En general los consumidores prefieren frutos de 350 a 500 g. Esto permite establecer que Cid, Darío, Díaz, Genaro, Pardo I, Risueño y Rojo presentan el tamaño deseable. En el mismo sentido, Risueño sobresale con un peso aceptable de 493 g, mayor cantidad de pulpa (83.8%) y la menor proporción de semilla (7.8%) y de cáscara (8.3%); en cambio Rojo tuvo un peso de 451 g y una proporción de 77.6, 10.2 y 12.2% para pulpa, semilla y cáscara, respectivamente. Sandoval *et al.* (2006) reportaron que en la madurez fisiológica los frutos tuvieron 80% de pulpa mientras que la cáscara y semilla representaron 18 y 2%, respectivamente. Esto es similar a lo encontrado en este estudio, destacando Risueño, Genaro, Regalo y Pardo III por su alto contenido de pulpa.

and reporting the penetration resistance in Newtons. Total sugars pulp quantitated by anthrone method (Witham *et al.*, 1971) and reporting the data as mg 100 g<sup>-1</sup>.

Also in 10 fruits measures weight losses were made, for which daily, from harvest to consumption maturity, the weight of each fruit and differences from baseline was determined percentage was obtained cumulative losses. For data analysis statistical design was used completely randomized experimental unit being a fruit and with 10 repetitions per day evaluation. The data analysis was performed using the Statistical Analysis System (SAS, 1999) using the technique of analysis of variance and comparison of means by Tukey ( $p \leq 0.05$ ) statistical package. Regarding the morphological characteristics of the fruit, statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) in the average weight of the fruits they were presented.

The greatest weight Pardo III and Juanito had 824 and 0.671 g, respectively. The lower weight accounted Gift and Pardo II with 367 g and 369 g, respectively. Other materials showed a weight between 427 (Cid) and 551 g (Pardo I) (Table 1). The proportion of pulp (> 80%) was observed in the Cid, Genaro, Pardo III, Gift and Risueño selections; the highest proportion of shell (> 11%) corresponded to the Cid, Darío Díaz, Juanito, I Pardo, Pardo II, III Pardo and Red selections. The lower proportion of seed (< 8%) occurred in the Cid, Pardo III and Risueño selections.

According to Alia *et al.* (2002) the size of the fruits of mamey in Morelos, Mexico varies between 200 g-3 kg. The larger materials are intended for processing pulp and smaller fresh consumption. In general consumers prefer fruits of 350 to 500 g. This establishes that Cid, Darío Díaz, Genaro, Pardo I, Risueño and Red have the desirable size. In the same vein, Risueño excels with an acceptable weight of 493 g, as much pulp (83.8%) and the lowest proportion of seed (7.8%) and Shell (8.3%); Red instead had a weight of 451 g and a proportion of 77.6, 10.2 and 12.2% pulp, seed and shell, respectively. Sandoval *et al.* (2006) reported that at physiological maturity had 80% fruit pulp and peel while seed accounted for 18 and 2%, respectively. This is similar to what was found in this study, highlighting Risueño, Genaro, Gift and Brown III for its high content of pulp.

The fruits of Darío, Genaro, and Pardo Juanito selections have an elongated shape (IF>2.0), while Pardo II, III Pardo, Risueño and Red are more rounded shape (IF<1.5). The

Los frutos de las selecciones Darío, Genaro, Juanito y Pardo I presentan forma alargada ( $IF > 2.0$ ), en tanto que Pardo II, Pardo III, Risueño y Rojo resultan con forma más redondeada ( $IF < 1.5$ ). Los alargados presentan de acuerdo con Espinosa *et al.* (2005), sensibilidad a daños mecánicos, puesto que la firmeza disminuye del ápice a la base, lo cual plantea la necesidad de manejarlo con mayor cuidado.

Respecto a las características de maduración de los frutos, en color no hubo diferencias estadísticas significativas en L, ángulo de matiz e índice de saturación, no así en el índice de color ( $IC = ab/L$ ), Villanueva-Arce *et al.* (2000) indican que valores cercanos a 12 corresponden a tonalidades rojas; en este sentido, al primer día después de cosecha el color de la pulpa correspondió a tonalidades naranja (cartas de color de la RHS) mientras que el Índice de Color tuvo valores cercanos a 10. EN el primer día lo que permite asumir que a la cosecha los frutos de las selecciones Díaz, Pardo II, Pardo III y Regalo presentaron estadísticamente una mayor intensidad de color (Cuadro 3). Durante la maduración los frutos cambiaron su color hasta tonalidades naranja-rojizo (cartas de color de la RHS), excepto Risueño y Rojo con tonalidad naranja-intensa.

Después de 5 d de almacenamiento no se presentaron diferencias estadísticas en el color entre materiales. De acuerdo con Alia *et al.* (2007) el color naranja-rojo intenso de la pulpa de frutos de mamey se debe a la presencia de carotenoides, principalmente  $\beta$ -carotenos. Por otro lado, Ramos-Ramírez *et al.* (2009) indican que la opacidad del color se relaciona con la presencia de fenoles totales y con la pérdida de peso. En relación a la opacidad Alia *et al.* (2005b) comentan que algunos de los compuestos derivados del ácido cinámico pueden ser sustrato para el oscurecimiento de la pulpa.

Al primer día después de cosecha la firmeza de la pulpa no presentó diferencias estadísticas significativas entre las 11 selecciones, estableciéndose estas en un promedio de 37.9 N; al respecto Alia-Tejacal *et al.* (2007) detectaron que la firmeza de frutos de mamey en madurez fisiológica se sitúa entre 35 y 65 N. Asimismo, tras 3 d de exposición a las condiciones de maduración no se presentaron diferencias estadísticas en la firmeza de la pulpa de las 11 selecciones, si bien el promedio general de esta disminuyó hasta 33.76 N. Diferencias significativas se presentaron al quinto día de maduración, correspondiendo además con el momento en que los frutos alcanzaron la madurez de consumo, toda vez que al séptimo día todas las selecciones presentaron problemas de fermentación; en este sentido, los frutos de las selecciones Cid (33.3 N), Genaro (41.3 N) y Pardo II (29.2 N) alcanzaron a la

elongated presented according to Espinosa *et al.* (2005), sensitivity to mechanical damage, since the firmness decreases the apex to the base, which raises the need to handle it with utmost care.

Regarding the characteristics of fruit ripening, color there were no statistically significant differences in L, hue angle and saturation index, not in the color index ( $IC = ab/L$ ), Villanueva-Arce *et al.* (2000) indicate that close to 12 values correspond to red hues; In this sense, the first day after harvest the color of orange pulp accounted colors (color charts RHS) while the Color Index had values close to 10. On the first day allowing assume that the harvest the fruits of Diaz Pardo II, III and gift selections Pardo showed statistically greater color intensity (Table 3). During ripening the fruits changed its color to orange-red shades (color charts RHS), except Risueño and orange-red with intense hue.

After 5 d of storage no statistical differences in color between materials were presented. According to Alia *et al.* (2007) the bright orange-red pulp mamey fruits is due to the presence of carotenoids, mainly  $\beta$ -carotene. In addition, Ramos-Ramírez *et al.* (2009) indicate that the opacity of the color is related to the presence of total phenols and weight loss. Regarding the opacity Alia *et al.* (2005b) report that some of the compounds cinnamic acid derivatives can be substrate for the darkening of the pulp.

The first day after harvest the pulp firmness showed no statistically significant differences between the 11 selections, establishing these in an average of 37.9 N; about Alia-Tejacal *et al.* (2007) found that the firmness of mamey fruits at physiological maturity is between 35 and 65 N. Also, after 3 d of exposure to ripening conditions showed no statistical difference in the firmness of the pulp of the 11 selections, if while the overall average of this decreased to 33.76 N. significant differences were presented on the fifth day of maturation, also corresponding to the time when the fruits reached maturity consumption, since the seventh day all selections had problems fermentation; In this sense, the fruits of the Cid (33.3 N), Genaro (41.3 N) and Pardo II (29.2 N) teams reached the maturity of consumption higher pulp firmness, respect Darío (15.6 N), Juanito (21.7), Pardo I (23.4 N) and Brown III (20.3 N); is less firmly Diaz, Gift, Risueño and Red with 2.8, 2.3, 9.9 and 1.4 N, respectively.

Alia-Tejacal *et al.* (2007) report values of firmness in fruit pulp native mamey at maturity of 3-12 N consumption, while Diaz-Perez *et al.* (2000) report values 20 to 50 N.

madurez de consumo mayor firmeza de la pulpa, respecto a Darío (15.6 N), Juanito (21.7), Pardo I (23.4 N) y Pardo III (20.3 N); siendo los de menor firmeza Díaz, Regalo, Risueño y Rojo con 2.8, 2.3, 9.9 y 1.4 N, respectivamente.

Alia-Tejacal *et al.* (2007) reportan valores de firmeza en la pulpa de frutos de mamey nativos en la madurez de consumo de 3-12 N, en tanto que Díaz-Pérez *et al.* (2000) reportan valores de 20 a 50 N. Por otro lado, Tellez *et al.* (2009), reportaron que durante el periodo de maduración, los frutos disminuyeron su firmeza desde 40.6 a 0.83 N, lo anterior pone de manifiesto la gran diversidad en el ablandamiento de los frutos debido al diferente origen genético; es de señalar que en el presente trabajo no se realizaron pruebas de preferencia para definir la mejor firmeza de la pulpa que se relacione con la óptima madurez de consumo.

Durante las la maduración se presentaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de azúcares totales en todos los periodos evaluados. Al primer día después de cosecha las selecciones Díaz, Juanito y Rojo presentaron las mayores concentraciones con 31.0, 31.6 y 28.6%, respectivamente, siendo menores en Cid, Genaro, Pardo I, Pardo III y Risueño, con concentraciones de 4.3, 6.2, 5.3, 7.0, y 3.9% en el mismo orden; el resto de las selecciones presentaron un contenido promedio de 16.1% (Cuadro 4); Alia-Tejacal *et al.* (2005a) han reportado contenidos de 2.7-8.2% al momento de cosecha en frutos nativos de mamey desarrollados en Coatlán del Río, Morelos, lo que pone de manifiesto diferencias en la calidad de los frutos de mamey debido al origen del material genético. Conforme evolucionó la maduración las selecciones Díaz y Juanito disminuyeron su contenido de azúcares hasta 19.4 y 25.9% al tercero y quinto día, respectivamente; ambos cultivares presentaron el mayor índice de color lo que permite establecer un desvío la síntesis de azúcares a la de pigmentos relacionados con el color de la pulpa, Alia-Tejacal *et al.* (2007) reportan incrementos importantes en el contenido de carotenoides durante la maduración de frutos de mamey.

Otro grupo de selecciones como Rojo (42.8%), Darío (19.6%) y Pardo II (23.7%) alcanza su mayor contenidos de azúcares al tercer día después de cosecha para disminuir posteriormente a los 5 y 7 d de maduración; por su parte las selecciones Genaro y Pardo III alcanzan su mayor concentración de azúcares a los cinco días después de cosecha con 19.6 y 30.4% respectivamente, en tanto que 'Cid' (12.4%), Pardo I (10.9%) y Risueño (11.4%) al séptimo día (Cuadro 4). Estos resultados son indicativos de los diferentes comportamientos bioquímicos y fisiológicos que

Furthermore, Tellez *et al.* (2009) reported that during the ripening period, the fruit firmness decreased from 40.6 to 0.83 N, the above highlights the great diversity in fruit softening due to different genetic origin; is noted that in this paper no preference tests were performed to determine the best pulp firmness that relates to the optimal maturity of consumption.

During maturation showed statistically significant difference in the content of total sugars in all periods evaluated. The first day after harvesting Diaz, Juanito and Red teams had the highest concentrations with 31.0, 31.6 and 28.6%, respectively, lower in Cid, Genaro, Pardo I, Pardo III and Risueño, with concentrations of 4.3, 6.2, 5.3, 7.0, and 3.9% in the same order; the rest of the selections had an average content of 16.1% (Table 4); Alia-Tejacal *et al.* (2005a) have reported content of 2.7-8.2% at harvest in native fruit mamey developed in Coatlán del Río, Morelos, which shows differences in the quality of mamey fruits due to the origin of the genetic material. As the Diaz evolved maturation selections and Juanito its sugar content decreased to 19.4 and 25.9% the third and fifth day, respectively; both cultivars had the highest rate of color that allows for a diversion synthesis of sugars to pigment related color pulp, Alia-Tejacal *et al.* (2007) reported significant increases in the carotenoid content during ripening fruit mamey.

Another group of teams like Red (42.8%), Darío (19.6%) and Pardo II (23.7%) reaches its highest sugar content on the third day after harvest to subsequently decrease to 5 and 7 d of ripening; meanwhile the Genaro and Brown III teams reach their highest concentration of sugars within five days after harvest with 19.6 and 30.4% respectively, while 'Cid' (12.4%), Pardo I (10.9%) and Risueño (11.4%) on the seventh day (Table 4). These results are indicative of the different biochemical and physiological behaviors between fruits from plants with genetic variability, a situation which in turn reveals differences in quality.

As for the cumulative weight loss, the fifth day of storage differences were significant statistical, being Rojo less prone to water loss through transpiration with 5.5% loss of weight selection, while Darío (9.7%) and Juanito (9.3%) susceptible to such losses. It should be noted, that the fruits with greater weight loss pulp presented ridging near the seed affecting the appearance of it. The values found are similar to those reported by Saucedo-Veloz *et al.* (2001), Alia *et al.* (2005a) and Ramos-Ramirez *et al.* (2009) who reported weight loss between 1.0 and 1.9% daily.

existe entre frutos provenientes de plantas con variabilidad genética, situación que a su vez pone de manifiesto diferencias en la calidad.

En cuanto a las pérdidas acumulativas de peso, al quinto día de almacenamiento se presentaron diferencias estadísticas significativas, siendo Rojo la selección menos proclive a pérdidas de agua por transpiración con 5.5% de pérdidas de peso, en tanto que Darío (9.7%) y Juanito (9.3%) las sensibles a dichas pérdidas. Es de señalar, que en los frutos con mayores pérdidas de peso la pulpa presentó formación de estrías cercanas a la semilla afectando la apariencia de la misma. Los valores encontrados son similares a los reportados por Saucedo-Veloz *et al.* (2001), Alia *et al.* (2005a) y Ramos-Ramírez *et al.* (2009) quienes reportaron pérdidas de peso entre 1.0 y 1.9% diarios.

## Conclusiones

Todas las selecciones evaluadas presentaron diferencias en la calidad y comportamiento poscosecha relacionado con la maduración. Los frutos de las selecciones Cid, Darío, Díaz, Genaro, Pardo II, Risueño y Rojo son los que presentan las mejores características de tamaño para consumo en fresco con un peso <0.5 kg; 'Risueño' presenta la mayor cantidad de pulpa y menor proporción de semilla y cáscara; sin embargo, presenta el inconveniente de una muy baja cantidad de azúcares y color de pulpa sin tonalidades rojas.

Las selecciones Juanito y Pardo III, por su mayor tamaño, cantidad de pulpa y alto contenido de azúcares totales resultan más adaptadas para el procesamiento. Los frutos de las selecciones Darío, Genaro, Juanito y Pardo I por su forma más alargada son más sensibles a daños mecánicos, requiriendo de un empacado más cuidadoso. Las selecciones Díaz, Regalo, Risueño y Rojo presentan los menores valores de firmeza a la madurez de consumo lo que da una sensación de sobremaduración limitando su aceptabilidad. A excepción de Risueño y Rojo el resto de las selecciones presentan una tonalidad naranja-rojiza de la pulpa, siendo más intensa en Darío, Díaz, Juanito, Pardo I y Regalo. Los frutos de la selección 'Pardo II' es la que presentan las mejores características de calidad en cuanto a color, firmeza, contenido de azúcares, tamaño y forma del fruto, principalmente para destinarse al consumo en fresco.

## Conclusions

From the above it can be concluded that all selections evaluated showed differences in the quality and postharvest behavior related to maturation. The fruits of the Cid, Darío, Genaro, Pardo II, Risueño and Red selections are those with the best features of size for fresh consumption weighing <0.500 kg; 'Risueño' has the highest amount of pulp and a lower proportion of seed and peel, however has the disadvantage of a very low amount of sugars and without flesh color red hues.

The Juanito and Brown III selections, by their larger size, amount of pulp and high content of total sugars are more suitable for processing. The fruits of Darío, Genaro, Juanito and I Pardo selections by its elongated shape are more sensitive to mechanical damage, requiring more careful packing. The Díaz, Gift, Red selections Risueño and have the lowest values of firmness to maturity of consumption which gives a sense of overripe limiting its acceptability. Except for Red Risueño and the rest of the selections have a reddish-orange pulp, hue being more intense in Darío, Díaz, Juanito, I and Gift Pardo. The fruits of the selection 'Pardo II' is presented by the best features of quality in terms of color, firmness, sugar content, size and shape of the fruit, destined mainly for fresh consumption.

*End of the English version*



## Literatura citada

- Alia-Tejacal, I.; Colinas-León, M. T.; Martínez-Damián, M. T. y Soto-Hernández, M. R. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & Stearn) durante poscosecha. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 8(2):263-281.
- Alia-Tejacal, I.; Colinas-León, M. T.; Martínez-Damián, M. T. y Soto-Hernández, M.R. 2005a. Daños por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & Stearn). cambios en volátiles, firmeza y azúcares totales. Rev. Fitotec. Mex. 28(1):17-24.
- Alia-Tejacal, I.; Soto-Hernández, R. M.; Colinas-León, M. T. y Martínez-Damián, M. T. 2005b. Análisis preeliminar de carotenoides y compuestos fenólicos en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). Rev. Chapingo Ser. Hortic. 11(2): 225-231.

- Alia-Tejacal, I.; Villanueva-Arce, R.; Pelayo-Zaldívar, C.; Colinas León, M.T.; López Martínez, V. and Bautista-Baños, S. 2007. Postharvest physiology and technology of sapote mamey fruit (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn). *Postharvest Biol. Technol.* 45(3):285-297.
- Bayuelo, J. J. S. y Ochoa, I. 2006. Caracterización morfológica de sapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn) del centro occidente de Michoacán. *Rev. Fitotec. Mex.* 29(01):9-17.
- Campbell, R. J. 1992. 'Danny', a new mamey sapote cultivar. *Proceedings Int. Soc. Tropical Hortic.* 36:36-39.
- Díaz-Pérez, J. C.; Bautista, S. and Villanueva, R. 2000. Quality changes in sapote mamey fruit during ripening and storage. *Postharvest Biol. Technol.* 18(1):67-73.
- Espinosa, Z. S.; Saucedo, V. C.; Villegas, M. A. y Ibarra, E. M. E. 2005. Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) en Guerrero México. *Proceedings of Interamerican Society Tropical Horticulture.* 49:135-138.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortSci.* 27(2):1254-1255.
- Mossler, M. and Nesheim, N. 2002. Florida crops pest management profile; mamey sapote and sapodilla. University of Florida. Cooperative extension service. Institute of food and agricultural sciences. <https://edis.ifas.ufl.edu/pi054>.
- Ramos-Ramírez, F. X.; Alia-Tejacal, I.; López-Martínez, V.; Colinas-León, M. T.; Acosta-Durán, C. M.; Tapia-Delgado, A. y Villegas-Torres, O. 2009. Almacenamiento de frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en atmósfera modificada. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 15(1):17-23.
- RHS. 2006. Color chart in association with the flower council of Holland. The Royal Horticultural Society. London, England.
- Sandoval Maruri, E.; Nieto Ayala, E.; Alia Tejacal, I.; López Martínez, V.; Colinas León, M. T.; Martínez Morales, A.; Acosta Durán, C. M.; Andrade Rodríguez, M.; Villegas Torres, Ó. y Guillén Sánchez, D. 2006. Crecimiento del fruto de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en Morelos, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 29(2):59-62.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT user's guide. Version 6.12 SAS. Cary, NC, USA. 220 p.
- Saucedo-Veloz, C.; Martínez-Morales, A.; Chavez-Franco, S. H. and Soto Hernández, R. M. 2001. Maduración de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn) tratados con etileno. *Rev. Fitotec. Mex.* 24(2):231-234.
- SIACON. 2007. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Software SIACON Ver 1.1. México.
- Téllez, P. P.; Saucedo, V. C.; Arévalo, M. L. y Valle, G. S. 2009. Maduración de frutos de mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) tratados con 1-metilciclopropeno y refrigeración. *CyTA-Journal of Food.* 7(1):45-51.
- Villanueva-Arce, R.; Evangelista-Lozano, S.; Arenas-Ocampo, M. L.; Díaz-Pérez, J. C. and Bautista-Baños, S. 2000. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y poscosecha de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn). *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 6(1):63-72.
- Witham, F. F.; Blaydes, D. F. and Devlin, R. M. 1971. Experiments in plant physiology. Ed. Van Nostrand Reinhold Company. NY, USA. 245 p.