

Calidad poscosecha en mango 'Kent' con fertilización normal y alta*

Postharvest quality in 'Kent' mango with normal and high fertilization

Yolanda Nolasco-González^{1§} y Jorge Osuna-García¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Internacional México-Nogales km 6; Entrada Santiago Ixcuintla, Nayarit.. México. Tel. 01(55) 38718700, ext. 84417. (nolasco.yolanda@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: osuna.jorgealberto@inifap.gob.mx.

Resumen

La fertilización es importante para obtener una producción con calidad de fruto. Este estudio se realizó durante el periodo de 2010 a 2014 en dos huertos de mango 'Kent' con condiciones diferentes de suelo en Nayarit, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización de sitio específico sobre la producción y calidad de frutos a cosecha y hasta madurez de consumo. Se evaluaron tres niveles de fertilización: 1) dosis normal (rendimiento de 20 t ha⁻¹); y 2) dosis alta (dosis normal + 50%) y 3) sin fertilización (control). Se seleccionaron cinco árboles por tratamiento, marcando 20 panículas por árbol y cosechando 60 frutos en madurez fisiológica. Se determinó la producción (kg árbol⁻¹), tamaño de fruto, apariencia externa, color de cáscara y pulpa, firmeza y sólidos solubles totales. Después de cosecha los frutos se almacenaron bajo simulación de mercadeo (22 ± 2 °C; 70 ± 10% HR), muestreando cada tercer día hasta madurez de consumo. Se encontró que la producción de dosis alta y normal fue superior al control. Se presentaron diferencias por localidad, años y dosis de fertilización sobre la calidad y vida de anaquel de los frutos, en pérdida de peso, color de cáscara y pulpa, firmeza y sólidos solubles totales durante el proceso de maduración a consumo.

Abstract

Fertilization is important to obtain fruit-quality production. This study was conducted during the period from 2010 to 2014 in two 'Kent' mango orchards with different soil conditions in Nayarit, whose objective was to evaluate the effect of specific site fertilization on the production and quality of fruits to harvest and until maturity of consumption. Three levels of fertilization were evaluated: 1) normal dose (for a yield of 20 t ha⁻¹); and 2) high dose (normal dose + 50%) and 3) without fertilization (control). Five trees were selected per treatment, marking 20 panicles per tree and harvesting 60 fruits at physiological maturity. Production (kg tree⁻¹), fruit size, external appearance, shell and pulp color, firmness and total soluble solids were determined. After harvest the fruits were stored under market simulation (22 ± 2 °C; 70 ± 10% HR), sampling every third day until consumption maturity. It was found that the production of the high and normal dose was superior to the control without fertilization. There were differences by location, years and fertilization doses on the quality and shelf life of the fruits, in weight loss, peel and pulp color, firmness and total soluble solids during the ripening process for consumption. The normal dose had a better effect

*Recibido: marzo de 2017
Aceptado: junio de 2017

La dosis normal tuvo mejor efecto en alargar la vida de anaquel reflejándose en firmeza y color de pulpa. Las otras variables no presentaron diferencias entre dosis alta y normal, pero fueron superiores al control.

Palabras clave: *Mangifera indica* L., dosis de fertilización, firmeza, sólidos solubles totales, tamaño.

Introducción

El mango ‘Kent’ es una de las principales variedades que se cultivan en México. En la región noroeste fue la variedad más producida con 141 063.9 t, por arriba de las variedades ‘Tommy Atkins’ y ‘Ataulfo’ durante el 2008 (SIAP, 2008). Esta variedad es tardía y generalmente se cosecha a finales de temporada (julio-agosto) lo que permite un mejor posicionamiento en el mercado, haciendo evidente la importancia del rendimiento y la calidad del fruto. De 2008 a 2014 en Nayarit los rendimientos han variado entre 7 y 14 t ha⁻¹ (SIAP, 2015), lo que se puede atribuir a la falta de un programa de fertilización adecuado para mantener la productividad de los huertos. Una fertilización adecuada que abastece nutrimentos al árbol durante la etapa de fructificación en cantidad y momento oportuno favorece la producción, pero también la calidad y vida de anaquel de los frutos (García *et al.*, 2015).

Sin embargo, el efecto de la fertilización sobre la maduración y calidad poscosecha de frutos puede ser no favorable si existe un desbalance de nutrientes en los tejidos del fruto, como se ha demostrado en varios estudios, como el de Sharma y Sing (2009) donde las deficiencias de B y Ca en pulpa de mango se relacionaron con el desarrollo de “Pitting” en cáscara, también Lin *et al.* (2013) lo atribuyeron a bajos niveles de Ca en fruto. Otro caso es el ablandamiento de pulpa en la punta del fruto ‘Kent’ (soft nose), atribuido a la baja concentración de Ca en la zona afectada del fruto (Burdon *et al.*, 1991). Asimismo, Assis *et al.* (2004) encontraron que bajas concentraciones de Ca y Mg y alta relación de K/Ca y N/Ca, tanto en pulpa como en cáscara son indicadores de la aparición de desórdenes fisiológicos en mango ‘Tommy A’.

Entre tanto, algunos autores han encontrado un efecto correctivo con la aplicación foliar de Ca, resultando frutos con mayor firmeza y por consiguiente un retraso en la evolución de la maduración (Romero *et al.*, 2006), lo que

in lengthening shelf life, reflecting firmness and pulp color. The other variables did not show differences between high and normal doses, but were higher than control.

Keywords: *Mangifera indica* L., fertilization dose, firmness, size, total soluble solids.

Introduction

The ‘Kent’ mango is one of the main varieties grown in Mexico. In the northwestern region was the most produced variety with 141 063.9 t, above the varieties ‘Tommy Atkins’ and ‘Ataulfo’ during 2008 (SIAP, 2008). This variety is late and is generally harvested at the end of the season (July-August) which allows a better positioning in the market, making evident the importance of the yield and the quality of the fruit. From 2008 to 2014 in Nayarit yields varied between 7 and 14 t ha⁻¹ (SIAP, 2015), which can be attributed to the lack of a suitable fertilization program to maintain the productivity of orchards. Adequate fertilization that supplies nutrients to the tree during the fruiting stage in quantity and at the right time favors the production, but also the quality and shelf life of the fruits (García *et al.*, 2015).

However, the effect of fertilization on ripening and post-harvest quality of fruits may not be favorable if there is an imbalance of nutrients in fruit tissues, as has been shown in several studies, such as Sharma and Sing (2009) where the deficiencies of B and Ca in mango pulp were related to the development of “Pitting” in the shell, also Lin *et al.* (2013) attributed it to low levels of Ca in fruit. Another case is the softening of pulp on the tip of the Kent fruit (soft nose), attributed to the low concentration of Ca in the affected area of the fruit (Burdon *et al.*, 1991). Likewise, Assis *et al.* (2004) found that low concentrations of Ca and Mg and high K/Ca and N/Ca ratio, both in pulp and in shell, are indicative of the appearance of physiological disorders in ‘Tommy A’ mango.

Meanwhile, some authors have found a corrective effect with the foliar application of Ca, resulting fruits with greater firmness and consequently a delay in the evolution of maturation (Romero *et al.*, 2006), which is attributed to the fact that Ca is part of the cell wall with the function of strengthening and regulating the permeability of the same. In cases of excessive fertilization, such as nitrogen, Mackenzie (1993) reported in cvs Keitt and Kent a lower development

se atribuye a que el Ca forma parte de la pared celular con la función de fortalecer y regular la permeabilidad de la misma. En casos de excesos de fertilización, como el nitrógeno, Mackenzie (1993) reportó en cvs Keitt y Kent un menor desarrollo de color amarillo en epidermis y observaron manchas verdosas a concentraciones foliares superiores al 1.2%; de igual forma García *et al.* (2015) mencionan que la aplicación de dosis alta de fertilización favoreció el aumento en la tonalidad verde del color de cáscara en mango 'Kent'.

Actualmente lo más recomendado es suplir los nutrientes que faltan en el suelo y restituir los elementos minerales extraídos en la cosecha. El estudio realizado por Xiuchong *et al.* (2001) en árboles con baja productividad, en suelos bajos en N y P con deficiencias en K, Mg y aplicaron fertilización balanceada durante cuatro años, resultando un promedio de 15 200 kg ha⁻¹ y la calidad se mejoró en color, olor y sabor. Quijada *et al.* (2008) realizaron aplicaciones foliares de nitrato de potasio (6%) y de tiosulfato de potasio (1%), con lo que se incrementó el rendimiento por árbol y el contenido de sólidos solubles totales en los cv Irwin y Tommy Atkins, por otro lado, el nitrato de potasio incrementó la acidez titulable en ambas variedades.

De acuerdo a Salazar (2002) la fertilización en sitio específico considera el tipo y cantidad de nutrientes requeridos en cada huerto por lo que su uso incrementa a corto plazo la producción y calidad del fruto. García *et al.* (2015), durante un ciclo productivo aplicaron en mango 'Kent' tres niveles de fertilización: normal, alta (50% más de la normal) y control (sin fertilización), concluyendo que la calidad y vida de anaquel de los frutos fue afectada por los niveles de fertilización, presentado diferencias en la intensidad respiratoria, firmeza, sólidos solubles, acidez y color de cáscara en el proceso de maduración a consumo. Por lo tanto, este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la influencia de la fertilización de sitio específico sobre la producción, tamaño de fruto, calidad inicial, vida postcosecha y calidad a consumo del cv Kent durante 2010 a 2014.

Materiales y métodos

Se seleccionaron dos huertos de mango 'Kent' en el estado de Nayarit, con clima cálido subhúmedo (García, 1998) y tipos de suelo contrastantes, ambos ubicados a una altitud de 193 m. 1) El huerto de Buenavista, municipio de Acaponeta ubicado en la zona norte del estado a 27° 22' de latitud norte y

of yellow in the epidermis and observed greenish spots at leaf concentrations higher than 1.2%; likewise García *et al.* (2015) mention that the application of high dose of fertilization favored the increase in the green shade of the husk color in 'Kent' mango.

Currently the most recommended is to supply the nutrients that are missing in the soil and to restore the mineral elements extracted in the harvest. The study by Xiuchong *et al.* (2001) in trees with low productivity, in low N and P soils with deficiencies in K, Mg and applied balanced fertilization for four years, resulting in an average of 15 200 kg ha⁻¹ and the quality was improved in color, odor and flavor. Quijada *et al.* (2008) carried out foliar applications of potassium nitrate (6%) and potassium thiosulfate (1%), increasing tree yield and total soluble solids content in cv. Irwin and Tommy Atkins, on the other side, potassium nitrate increased titratable acidity in both varieties.

According to Salazar (2002), fertilization in a specific site considers the type and quantity of nutrients required in each orchard, so its use increases the production and quality of the fruit in the short term. García *et al.* (2015), for a production cycle they applied in 'Kent' mango three fertilization levels: normal, high (50% of normal) and control (no fertilizer), concluding that the quality and shelf life of fruits was affected by fertilization levels, presented differences in respiratory intensity, firmness, soluble solids, acidity and shell color in the ripening process for consumption. Therefore, this study was carried out with the objective of evaluating the influence of specific site fertilization on the production, fruit size, initial quality, post-harvest life and quality of consumption of cv Kent during 2010 to 2014.

Materials and methods

Two 'Kent' mango orchards were selected in the state of Nayarit, with warm subhumid climate (García, 1998) and contrasting soil types, both located at an altitude of 193 m. 1) The orchard of Buenavista, municipality of Acaponeta, located in the northern part of the state at 27° 22' north latitude and 105° 27' 00.5" west longitude, with soil Cambisol eutric + Fluvisol eutric + Solonchak ortho (Be + Je + Zo /2) of average texture and average annual precipitation of 1 308 mm and 2) the orchard of Las Palmas, municipality of San Blas, located in the central area of the state at 21° 36' 41.1" north latitude and 105° 11' 17"

105° 27' 00.5" de longitud oeste, con suelo Cambisol éutrico + Fluvisol éutrico + Solonchak órtico (Be + Je + Zo /2) de textura media y precipitación media anual de 1308 mm y 2) el huerto de Las Palmas, municipio de San Blas, ubicado en la zona centro del estado a 21° 36' 41.1" de latitud norte y 105° 11' 17.0" de longitud oeste, con suelo Acrisol húmico + Cambisol crómico (Ah + Bc /3P) de textura fina pedregosa y precipitación media anual de 1 453 mm.

Del año 2010 a 2014 se manejaron tres niveles de fertilización, el cálculo de las dosis de fertilización se realizaron de forma independiente por huerto: 1) dosis normal, considerando la demanda nutrimental del árbol para obtener una meta de producción de 20 t ha⁻¹, la cantidad de nutrimentos removidos por el fruto, la remoción total de los nutrimentos, la densidad de plantación, lo invertido por el árbol en su biomasa, la eficiencia de la fertilización, la proporción de nutrimentos que son reciclados por el árbol y suelo, el diagnóstico nutrimental foliar y la concentración del producto comercial (Salazar, 2002); 2) dosis alta, con un 50% adicional a la dosis normal; y 3) el control, sin fertilización.

Cada tratamiento se aplicó manualmente a 20 árboles por huerto, en banda de 50 cm de ancho y 15-20 cm de profundidad. La distribución se realizó alrededor del árbol e inicialmente a 1.5 m del tronco. En el momento de anthesis se seleccionaron cinco árboles de cada tratamiento y se marcaron 20 panículas por árbol con el fin de cosechar frutos en madurez fisiológica y edad similar para minimizar la desuniformidad del grado de madurez al momento de cosecha, la cual se realizó a 1800 unidades calor acumuladas de acuerdo a la metodología de Osuna *et al.* (2007). En cada huerto se cosecharon 60 frutos por tratamiento. Los muestreos de calidad en fruto se realizaron a la cosecha y luego durante el almacenamiento en simulación de mercadeo (22 ± 2 °C; 70 ± 10% HR) hasta madurez de consumo. Para la variable de tamaño de fruto, peso y calibre se evaluaron 50 frutos, para pérdida de peso 10 frutos y para apariencia externa, color de cáscara y pulpa, firmeza y sólidos solubles totales se evaluaron 6 frutos por muestreo.

El tamaño de fruto se realizó midiendo el largo y el ancho (mm) paralelo a la semilla con un vernier digital modelo 3415 (Control Company, Friendswood, TX, USA) y pesando el fruto con una báscula portátil digital con capacidad de 2 000 g y aproximación de 0.1 g (Ohaus corp Florham Park, NJ, USA). El calibre indica el número de frutos que se pueden

of Acrisol humid soil + Cambisol chromic (Ah+Bc/3P) with fine stony texture and average annual rainfall of 1 453 mm.

From 2010 to 2014, three levels of fertilization were managed; fertilization doses were calculated independently by orchard: 1) normal dose, considering the nutritional demand of the tree to obtain a production target of 20 t ha⁻¹, the amount of nutrients removed by the fruit, total removal of nutrients, planting density, the amount invested by the tree in its biomass, the efficiency of fertilization, the proportion of nutrients that are recycled by the tree and soil, foliar nutritional diagnosis and commercial product concentration (Salazar, 2002); 2) high dose, with an additional 50% to the normal dose; and 3) control, without fertilization.

Each treatment was applied manually to 20 trees per orchard, in a band of 50 cm in width and 15-20 cm in depth. The distribution was made around the tree and initially at 1.5 m from the trunk. At the time of anthesis, five trees were selected from each treatment and 20 panicles were marked per tree in order to harvest fruits at physiological maturity and similar age to minimize the unevenness of the degree of maturity at harvest, which was performed at 1800 accumulated heat units according to the methodology of Osuna *et al.* (2007). In each orchard, 60 fruits were harvested per treatment. Quality fruit samples were taken at harvest and then during storage in marketing simulation (22 ± 2 °C; 70 ± 10% HR) until consumption maturity. For the fruit size, weight and caliber variable, 50 fruits were evaluated for weight loss 10 fruits and for external appearance, shell and pulp color, firmness and total soluble solids were evaluated 6 fruits per sample.

The fruit size was measured by measuring the length and width (mm) parallel to the seed with a digital vernier model 3415 (Control Company, Friendswood, TX, USA) and weighing the fruit with a portable digital scale with a capacity of 2 000 g and approximation of 0.1 g (Ohaus corp Florham Park, NJ, USA). The caliber indicates the number of fruits that can be placed in a package of 4 536 kg, equivalent to 10 pounds of weight, based on the norm NMX-FF-058-SCFI-2006 and was determined with respect to the weight of the fruit according to established by the mango packers for export. The weight loss was determined periodically until maturity of consumption, being expressed as the difference of weight with respect to the initial weight in percentage.

colocar en un empaque de 4.536 kg, equivalente a 10 libras de peso, con base a la norma NMX-FF-058-SCFI-2006 y se determinó respecto al peso del fruto de acuerdo a lo establecido por las empacadoras de mango para exportación. La pérdida de peso se determinó periódicamente hasta madurez de consumo, expresándose como la diferencia de peso con respecto al peso inicial en porcentaje.

La apariencia externa se evaluó con una escala visual donde 0= excelente; 1= buena; 2= regular; y 3= mala. El color de cáscara y pulpa se midió con un colorímetro portátil CR-10 (Konica Minolta, Japan). En cáscara se utilizó el espacio de color L^* , a^* y b^* , reportando ' a^* ', que indica la intensidad del color verde y su vire a amarillo. Mientras que en pulpa se utilizó el espacio de color L^* , C y H, reportando 'Hue' el ángulo de tono que indica el tono del color. La firmeza en se midió con un penetrómetro Chatillón Modelo DFE-050 (Ametek Instruments, Largo, FL) equipado con punzón cilíndrico de 10 mm de diámetro y se expresó en Newtons (N). Los sólidos solubles totales (SST) se reportaron en °Brix y se determinaron con un refractómetro digital modelo PAL-1 (ATAGO, Japan) colocando 4 a 6 gotas de jugo del fruto para cubrir el prisma.

Las evaluaciones en calidad de fruto se realizaron en los años 2010, 2011, 2012 y 2014; el 2010 se consideró el año base donde se evaluaron los frutos cosechados de los árboles aún sin fertilización. Los tratamientos de fertilización se aplicaron después de esa primera cosecha. El diseño experimental fue un completamente al azar, utilizado los factores año, localidad y tratamiento, con cinco repeticiones (árboles) por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de rango múltiple de Waller-Duncan ($p=0.05$) con el paquete estadístico SAS V. 9.3 (SAS, 2002).

Resultados y discusión

Producción

En el año 2010, sin fertilización, hubo diferencias significativas de producción entre localidades. En el huerto de Las Palmas hubo diferencias en producción, donde los árboles seleccionados para aplicar dosis alta y normal tuvieron mayor rendimiento respecto al control, pero en general tuvo un promedio de 73.8 kg árbol⁻¹. Los siguientes años, ya aplicados los tratamientos de fertilización, se

The external appearance is evaluated with a visual scale where 0= excellent; 1= good; 2= regular; and 3= bad. The shell and pulp color was measured with a portable CR-10 colorimeter (Konica Minolta, Japan). In the shell the color space L^* , a^* and b^* was used, reporting ' a^* ', which indicates the intensity of the green color and its turn to yellow. While in the pulp the color space L^* , C and H was used, with 'Hue' indicating the tone angle indicating the color tone. The firmness in was measured with a Chatillon Model DFE-050 penetrometer (Ametek Instruments, Largo, FL) equipped with a 10 mm diameter cylindrical punch and was expressed in Newtons (N). Total soluble solids (SST) were reported in °Brix and were determined with a PAL-1 digital refractometer (ATAGO, Japan) by placing 4 to 6 drops of fruit juice to cover the prism.

The evaluations in fruit quality were carried out in the years 2010, 2011, 2012 and 2014; 2010 was considered the base year where fruits harvested from trees were evaluated without fertilization. Fertilization treatments were applied after that first harvest. The experimental design was a completely randomized, using year, locality and treatment factors, with five replicates (trees) per treatment. An analysis of variance and comparison of means was performed with the Waller-Duncan multiple range test ($p=0.05$) with the statistical package SAS V. 9.3 (SAS, 2002).

Results and discussion

Production

In 2010, without fertilization, there were significant differences of production between localities. In the Las Palmas orchard there were differences in production, where the trees selected to apply high and normal doses had a higher yield compared to the control, but in general had an average of 73.8 kg tree⁻¹. The following years, already applied fertilization treatments, a trend of increase in productivity was observed in all the treatments, where the control always presented smaller production.

In 2011 production increased and in 2012 decreased, but recovered in 2013. Salazar *et al.* (2003) applied the FSE in avocado cultivation, obtaining the initial year an intense increase in yield, but the subsequent years showed an effect of moderate alternation in yield. On the other hand, in the orchard of Buenavista there were no differences in yield for

observó una tendencia de incremento en la productividad en todos los tratamientos, donde el control siempre presentó menor producción.

En el año 2011 aumentó la producción y en 2012 disminuyó, pero se recuperó en 2013. Salazar *et al.* (2003) aplicaron la FSE en cultivo de aguacate obteniendo el año inicial un intenso incremento en el rendimiento, pero los años posteriores mostraron un efecto de moderada alternancia en el rendimiento. Por otro lado, en el huerto de Buenavista no hubo diferencias en rendimiento para el 2010, con un promedio de 131.8 kg árbol⁻¹, pero los siguientes años la dosis normal tuvo mayor producción respecto a la dosis alta y el control, este último con la más baja producción (Cuadro 1). Esto indica que la dosis normal es suficiente para mejorar la productividad, ya que la dosis alta podría no ser benéfica y representar un gasto excesivo de fertilizantes, pero ambas dosis son mejor que el control. Asimismo, Salazar *et al.* (2014) en mango 'Kent' obtuvieron la mayor producción de fruto (138.2 kg árbol⁻¹) con una dosis normal, mientras que para mango 'Tommy A.' la mayor producción se obtuvo con la dosis alta.

Tamaño de fruto en longitud, diámetro, peso y calibre

Los frutos de 2010 sin aplicación de tratamientos presentaron un peso promedio de 525.8 g y 77% de los frutos tuvieron calibres entre 8 y 10. En Buenavista los frutos tuvieron menor tamaño que los de Las Palmas, con 478.6 g y 573 g respectivamente. En el Cuadro 2 se muestra que el efecto de los factores año, localidad y dosis, tuvo diferencias significativas en las variables de tamaño excepto el calibre. El calibre se considera que no fue significativo debido al amplio rango en peso correspondiente a cada calibre. Por localidad, los frutos de Buenavista fueron superiores (427.3 g) con respecto a los de Las Palmas (341 g), indicando un efecto positivo en aumento de tamaño, respecto al año base.

En los años de fertilización se observa una tendencia de aumento de tamaño, donde 2014 mostró los frutos con valores más altos en longitud, diámetro y peso, esto puede indicar un efecto favorecedor de la fertilización año tras año sobre el tamaño de los frutos. En los tratamientos de fertilización en cuanto a longitud y calibre no se tuvieron diferencias significativas, pero si las hubo para diámetro y peso, donde el control tuvo los valores más bajos respecto a la dosis normal y alta, las cuales estadísticamente no tuvieron diferencias, pero numéricamente la dosis normal tuvo frutos de mayor peso y

2010, with a mean of 131.8 kg tree⁻¹, but in the following years the normal dose had higher production with respect to the high dose and the control, the latter with the lowest production (Table 1). This indicates that the normal dose is sufficient to improve productivity, since the high dose may not be beneficial and represent an excessive expenditure of fertilizers, but both doses are better than the control. Also, Salazar *et al.* (2014) in 'Kent' mango obtained the highest fruit yield (138.2 kg tree⁻¹) with a normal dose, whereas for 'Tommy A' mango the highest yield was obtained with the high dose.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de fertilización sobre la producción de frutos (kg árbol⁻¹) de mango 'Kent'.

Table 1. Effect of fertilization treatments on fruit production (kg tree⁻¹) of mango 'Kent'.

Dosis	Año				
	2010	2011	2012	2013	2014
Las Palmas, San Blas					
Normal	78 ab	148.5 a	57.15 a	163.5 a	
Alta	85.5 a	127.5 a	54.3 a	141 a	
Control	57.8 b	92.3 b	45.15 a	80.2 b	
Buenavista, Acaponeta					
Normal	143.3 a	162 a	161 a	166.8 a	154.5 a
Alta	124.5 a	145.5 b	151.9 a	114.0 b	122.3 b
Control	127.5 a	121.5 c	162 a	100.2 c	105 c

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales (Waller-Duncan $p \leq 0.05$).

Fruit size in length, diameter, weight and caliber

The fruits of 2010 without application of treatments had an average weight of 525.8 g and 77% of the fruits had calibres between 8 and 10. In Buenavista fruits were smaller than those of Las Palmas, with 478.6 g and 573 g respectively. Table 2 shows that the effect of year, locality and dose factors had significant differences in size variables except caliber. The gauge is considered to be insignificant because of the wide weight range corresponding to each gauge. By locality, the fruits of Buenavista were superior (427.3 g) with respect to those of Las Palmas (341 g), indicating a positive effect in increase of size, with respect to the base year.

por consecuencia menor calibre, esto indica que la dosis alta tiene un efecto menos favorecedor y que no es necesario una dosis alta para obtener frutos de buen tamaño.

Cuadro 2. Tamaño de frutos de mango 'Kent' en longitud, diámetro, peso y calibre con aplicación de diferentes tratamientos de fertilización durante los años 2011, 2012 y 2014.

Table 2. Size of 'Kent' mango fruits in length, diameter, weight and caliber with application of different fertilization treatments during the years 2011, 2012 and 2014.

Factor	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Calibre
Año				
2011	102.6 b	74.7 c	358.6 c	13.3 a
2012	102.1 b	78.5 b	399.9 b	12.1 a
2014	113 a	79.9 a	447.3 a	13.1 a
Localidad				
Las Palmas	98.7 b	74 b	341 b	13.9 a
Buenavista	108.3 a	79.4 a	427.3 a	12 a
Dosis				
Normal	105 a	77.3 ab	401.1 a	12 a
Alta	104.5 a	77.7 a	397.2 a	12.2 a
Control	103.9 a	76.7 b	380.2 b	14.2 a

Medias con la misma letra dentro de columna y factor son estadísticamente iguales (Waller-Duncan $p \leq 0.05$).

Esto concuerda con Salazar *et al.* (2014) donde en mango 'Kent' con dosis normal y alta obtuvieron mayor producción de frutos calibre 12 (350-414 g). De acuerdo a la norma mexicana de calidad para mango fresco de exportación los calibres de comercialización aceptable son entre 7 y 14 (648 y 324 g); así pues, 100% de los frutos con fertilización tuvieron calibres aceptables, dentro de un tamaño mediano.

Pérdida de peso

La pérdida de peso (PP) en frutos de 2010 a los 13 DDC no tuvo diferencias significativas entre localidades, con 8.2% para Las Palmas y 7.6% en Buenavista. Los siguientes años con la aplicación de los tratamientos de fertilización, la PP a consumo fue significativa para los factores año, localidad y tratamientos (Cuadro 3). Por localidad, los frutos de Buenavista tuvieron mayor PP. Desde cosecha hasta madurez de consumo (12 días), la PP en los frutos tuvo una

In the years of fertilization, there is a tendency to increase in size, where 2014 showed the fruits with higher values in length, diameter and weight, this can indicate a favorable effect of fertilization year after year on the size of the fruits. In the fertilization treatments in terms of length and caliber, there were no significant differences, but there were differences in diameter and weight, where the control had the lowest values compared to the normal and high doses, which were statistically no differences, but numerically the normal dose had fruits of greater weight and consequently smaller caliber, this indicates that the high dose has a less favorable effect and that a high dose is not necessary to obtain fruits of good size.

This agrees with Salazar *et al.* (2014) where in mango 'Kent' with normal and high dose obtained greater production of fruits caliber 12 (350-414 g). According to the Mexican quality standard for fresh export mango the acceptable marketing gauges are between 7 and 14 (648 and 324 g); thus, 100% of the fruits with fertilization had acceptable caliber's, within a median size.

Weight loss

The weight loss (PP) in fruits from 2010 to 13 DDC did not have significant differences between localities, with 8.2% for Las Palmas and 7.6% in Buenavista. The following years with the application of fertilization treatments, the PP to consumption was significant for the factors year, locality and treatments (Table 3). By locality, the fruits of Buenavista had greater PP. From harvest to maturity of consumption (12 days), PP in fruits had a tendency to increase, with significant differences between years, where the fruits of 2014 had lower PP (5.2%) and those of 2011 a higher PP (7.4%) to consumption with 12 DDC. At 7 DDC in 2011, a PP of 5.4% was observed, while the fruits of 2012 and 2014 reached those percentages of PP at 12 DDC, indicating an increase in the shelf life of the fruits.

In mango 'Kent' for 12 days at 20 °C a 2.5% PP (Siller *et al.*, 2009) was reported, much lower than that found in this study, which is attributed to storage temperature. In 'Haden' mango, 5.8% PP was reported at 9 days at room temperature (Romero *et al.*, 2006). The PP may be due mainly to perspiration occurring through lenticels, as well as increased respiratory metabolism and ethylene production caused by stressful treatment (Mitra and Baldwin, 1997).

tendencia a aumentar, con diferencias significativas entre años, donde los frutos de 2014 tuvieron menor PP (5.2%) y los de 2011 una mayor PP (7.4%) a consumo con 12 DDC. A los 7 DDC en 2011 se tuvo una PP de 5.4%, mientras que los frutos de 2012 y 2014 alcanzaron esos porcentajes de PP a los 12 DDC, lo que indica un incremento en la vida de anaquel de los frutos.

En mango 'Kent' durante 12 días a 20 °C se reportó una PP de 2.5% (Siller *et al.*, 2009), mucho menor a la encontrada en este estudio, lo que se atribuye a la temperatura de almacenamiento. En mango 'Haden' se reportó 5.8% de PP a los 9 días a temperatura ambiente (Romero *et al.*, 2006). La PP puede deberse principalmente a la transpiración que ocurre a través de las lenticelas, así como al aumento del metabolismo respiratorio y producción de etileno provocado por un tratamiento estresante (Mitra y Baldwin, 1997).

Por efecto de la dosis de fertilización, el control tuvo menor pérdida de peso respecto a la dosis normal y alta, éstas sin diferencias significativas. Lo anterior podría indicar que la dosis normal y alta incrementa la actividad metabólica durante el proceso de maduración, contrario a lo reportado por García *et al.* (2015) en mango 'Kent' con fertilización alta y el control, la intensidad respiratoria fue menor. En otros estudios también reportan menor respiración durante la maduración y pérdida de peso por aplicación de Ca en mango "Haden" (Mulkay *et al.*, 2003; Romero *et al.*, 2006).

Por otra parte, los frutos que presentan una pérdida de peso superior al 5%, pueden originar un producto comercialmente inaceptable (Luna *et al.*, 2006), valor que se rebasó en este estudio; sin embargo, hay que considerar la apariencia externa para determinar la aceptabilidad. Aunque no se muestran los datos de apariencia externa, ésta se mantuvo de excelente a buena (0-1) desde cosecha hasta los 12 DDC en consumo y en los tratamientos no hubo diferencias significativas en apariencia, siendo de buena a excelente desde la cosecha hasta consumo.

Color de cáscara

El color en mango es una de las características fisicoquímicas más importantes en el proceso de maduración y uno de los principales criterios de aceptación de los consumidores (Slaughter, 2009). En los frutos de 2010 el desarrollo de color en cáscara hasta madurez de consumo ($a^* = 6.9$) fue bajo en

Cuadro 3. Pérdida de peso (%) en frutos de mango 'Kent' con diferentes tratamientos de fertilización durante los años 2011, 2012 y 2014 en dos localidades.

Table 3. Weight loss (%) in 'Kent' mango fruits with different fertilization treatments during the years 2011, 2012 and 2014 in two locations.

Factor	Etapa de muestreo		
	Inicial (0 DDC)	Intermedia (7 DDC)	A consumo (12 DDC)
Año			
2011	0 a	5.4 a	7.4 a
2012	0 a	3.4 b	5.6 b
2014	0 a	3.3 b	5.2 c
Localidad			
Las Palmas	0 a	3.6 b	4.5 b
Buenavista	0 a	4.6 a	7.2 a
Dosis			
Normal	0 a	4.4 a	6.4 a
Alta	0 a	4.2 a	6.2 a
Control	0 a	4 b	5.8 b

Medias con la misma letra dentro de columna y factor son estadísticamente iguales (Waller-Duncan $p \leq 0.05$).

Due to the fertilization dose, the control had less weight loss than the normal and high dose, these without significant differences. The above could indicate that the normal and high dose increases the metabolic activity during the maturation process, contrary to what reported by García *et al.* (2015) in 'Kent' mango with high fertilization and control, respiratory intensity was lower. Other studies also report lower respiration during maturation and weight loss by application of Ca in "Haden" mango (Mulkay *et al.*, 2003; Romero *et al.*, 2006).

On the other hand, fruits that present a loss of weight of more than 5%, can produce a commercially unacceptable product (Luna *et al.*, 2006), a value that was exceeded in this study; however, external appearance must be considered to determine acceptability. Although the external appearance data were not shown, it remained excellent to good (0 - 1) from harvest to 12 DDC in consumption and in the treatments there were no significant differences in appearance, being good to excellent from harvest until consumption.

comparación con los siguientes años donde se aplicaron los tratamientos de fertilización. La tendencia en el desarrollo de color en cáscara fue a aumentar el valor de a^* , iniciando en valores negativos y alcanzando valores positivos por la degradación de la clorofila y aparición de los carotenoides que proporcionan los colores amarillos (Ornelas *et al.*, 2008). En el Cuadro 4 se muestra que inicialmente y a los 7 DDC no se tuvieron diferencias significativas por localidad, pero a madurez de consumo (12 DDC) hubo mayor degradación del color verde en los frutos de Buenavista. En el factor año si hubo diferencias de color en cáscara en la cosecha, pero a madurez de consumo alcanzaron valores similares.

Cuadro 4. Color de cáscara (a) en frutos de mango 'Kent' con diferentes tratamientos de fertilización durante los años 2011, 2012 y 2014 en dos localidades.

Table 4. Peel color (a) in 'Kent' mango fruits with different fertilization treatments during the years 2011, 2012 and 2014 in two localities.

Factor	Etapa de muestreo		
	Inicial (0 DDC)	Intermedia (7 DDC)	A consumo (12 DDC)
Año			
2011	-6.9 b	-7.1 b	11.1 a
2012	-3.6 a	-9.6 a	13.4 a
Localidad			
Las Palmas	-4.9 a	2.7 a	8.9 b
Buenavista	-5.6 a	-0.3 a	15.5 a
Dosis			
Normal	-6.3 a	2.3 a	15.3 a
Alta	-5.3 a	0.7 a	8.4 b
Control	-4.2 a	0.7 a	13 a

Medias con la misma letra dentro de columna y factor son estadísticamente iguales (Duncan $p \leq 0.05$).

En cuanto al efecto de las dosis, a consumo (12 DDC) la dosis alta presentó mayor intensidad en el color verde que los otros tratamientos, lo cual se puede adjudicar a la alta cantidad de nutrientes. Se ha reportado en estudios que la presencia de nitrógeno en los niveles de fertilización normal y alta en mango 'Kent' aumentó la tonalidad verde del color de fondo de los frutos (García *et al.*, 2015) y que la fertilización en mango 'Tommy Atkins' con sulfato de calcio contribuyó a mantener el color verde de la cáscara (Arizaleta *et al.*, 2001).

Color of shell

Mango color is one of the most important physicochemical characteristics in the ripening process and one of the main criteria of consumer acceptance (Slaughter, 2009). In the fruits of 2010 the development of color in shell until maturity of consumption ($a^* = 6.9$) was low in comparison with the following years where the fertilization treatments were applied. The trend in the development of color in the shell was to increase the value of a^* , starting at negative values and reaching positive values for the degradation of chlorophyll and appearance of the carotenoids that provide the yellow colors (Ornelas *et al.*, 2008). In the Table 4 shows that initially and at 7 DDC there were no significant differences by locality, but at maturity of consumption (12 DDC) there was greater degradation of the green color in the fruits of Buenavista. In the year factor if there were differences in color in the crop, but at maturity of consumption reached similar values.

As for the effect of the doses, on consumption (12 DDC) the high dose presented greater intensity in the green color than the other treatments, which can be attributed to the high amount of nutrients. It has been reported in studies that the presence of nitrogen at the levels of normal and high fertilization in 'Kent' mango increased the green tonality of the background color of the fruits (García *et al.*, 2015) and that mango fertilization 'Tommy Atkins' with calcium sulfate contributed to maintain the green color of the shell (Arizaleta *et al.*, 2001).

Pulp color

The color change in pulp is due to the appearance of new carotenoid compounds that cause the color to change constantly during the maturation process giving a yellow orange pigmentation of the mesocarp of the mango (Ornelas *et al.*, 2008). Thus, in 2010 it began with an average of $H = 83.25^\circ$, with no differences between localities, reaching $H = 63.7^\circ$ at maturity of consumption. The decrease in Hue values from harvest to consumption indicates the increase in the intensity of the yellow-orange color in pulp. For the years 2011, 2012 and 2014 with the application of the doses, to harvest the fruits reached the optimum degree, with yellow egg color in 100% of the pulp ($H > 83^\circ$). Between years of fertilization there were significant differences, with a tendency to decrease color intensity in 2014, presenting

Color de pulpa

El cambio de color en pulpa se debe a la aparición de nuevos compuestos carotenoides que provocan que el color cambie constantemente durante el proceso de maduración dando una pigmentación amarillo naranja del mesocarpio del mango (Ornelas *et al.*, 2008). Así pues, en el 2010 se inició con un promedio de $H = 83.25^\circ$, sin diferencias entre localidades, alcanzando hasta $H = 63.7^\circ$ a madurez de consumo. La disminución de los valores de Hue desde cosecha a consumo indica el incremento de la intensidad del color amarillo naranja en pulpa. Para los años 2011, 2012 y 2014 con la aplicación de las dosis, a cosecha los frutos alcanzaron el grado óptimo, con color amarillo huevo en 100% de la pulpa ($H > 83^\circ$). Entre años de fertilización hubo diferencias significativas, con una tendencia a disminuir la intensidad de color en 2014, presentando valores más altos, lo que indicaría que la fertilización consecutiva retrasó el desarrollo de pigmentación en pulpa (Cuadro 5).

Los frutos de Las Palmas presentaron mayor desarrollo de color amarillo naranja que los de Buenavista a madurez de consumo (12 DDC). Respecto a las dosis hubo diferencias significativas, la normal desarrolló en todas las etapas de muestreo menor intensidad en el color de pulpa que el alta y el control; pero la diferencia numérica es sólo de dos grados Hue, que visualmente es imperceptible (Cuadro 5). Valores mayores ($79 \pm 3.3^\circ$) fueron reportados en mango 'Kent' a los 12 DDC a 20°C (Siller *et al.*, 2009). En lo reportado por García *et al.* (2015) en mango 'Kent' no hubo diferencias entre los tres niveles de fertilización, indicando que no hubo efecto de la fertilización.

Firmeza de pulpa

En el proceso de maduración de la pulpa de mango hasta madurez de consumo (12 DDC) se tuvo la tendencia a disminuir la firmeza, lo que se atribuye a la degradación de los amiloplastos por hidrólisis de los almidones producidos en fotosíntesis, los cuales al hidrolizarse producen carbohidratos de bajo peso molecular solubles en agua, que se refleja en el aumento de los sólidos solubles (Yashoda *et al.*, 2007). La firmeza de los frutos de 2010 no tuvo diferencias significativas entre localidades tanto a cosecha como a consumo, con 199.8 N y 17.15 N respectivamente.

higher values, which would indicate that the consecutive fertilization delayed the development of pigmentation in pulp (Cuadro 5).

Cuadro 5. Color de pulpa (Hue) en frutos de mango 'Kent' con diferentes tratamientos de fertilización durante los años 2011, 2012 y 2014 en dos localidades.

Table 5. Pulp color (Hue) in 'Kent' mango fruits with different fertilization treatments during the years 2011, 2012 and 2014 in two localities.

Factor	Etapa de muestreo		
	Inicial (0 DDC)	Intermedia (7 DDC)	A consumo (12 DDC)
Año			
2011	81.7 c	76.5 b	69.2 c
2012	82.6 b	74.1 c	73.8 b
2014	90.7 a	88.8 a	78.8 a
Localidad			
Las Palmas	81.8 b	73.6 b	70.9 b
Buenavista	85.2 a	81.0 a	74.4 a
Dosis			
Normal	84.5 a	78.6 a	74.4 a
Alta	83.4 b	78.5 a	72.2 b
Control	83.7 b	76.8 b	72.4 b

Medias con la misma letra dentro de columna y factor son estadísticamente iguales (Waller-Duncan $p \leq 0.05$).

The fruits of Las Palmas presented greater development of yellow orange color than those of Buenavista to maturity of consumption (12 DDC). Regarding the doses there were significant differences, the normal developed at all stages of sampling less intensity in pulp color than the discharge and control; but the numerical difference is only two degrees Hue, which visually is imperceptible (Table 5). Larger values ($79 \pm 3.3^\circ$) were reported on 'Kent' mango at 12 DDC at 20°C (Siller *et al.*, 2009). In what reported by García *et al.* (2015) in mango 'Kent' there were no differences between the three levels of fertilization, indicating that there was no effect of fertilization.

En los años con la aplicación de las dosis de fertilización (Cuadro 6), hubo diferencias significativas por localidad, donde los frutos de Buenavista tuvieron mayor firmeza que los de Las Palmas. En el factor año hubo diferencias significativas, en 2014 los frutos siempre mantuvieron mayor firmeza con respecto a 2011 y 2012 en todos los muestreos. Esto indicaría que al igual que en color de cáscara, hay un efecto residual acumulativo de nutrientes con la aplicación de la fertilización con los años que podrían retardar el proceso de ablandamiento de los frutos. Sin embargo, en las dosis de fertilización hubo diferencias significativas a cosecha, la dosis normal tuvo mayor firmeza que la dosis alta y el control, pero todos estuvieron por arriba del valor mínimo aceptable de 121.6 N (Báez, 1998).

Cuadro 6. Firmeza (N) en frutos de mango 'Kent' con diferentes tratamientos de fertilización durante los años 2011, 2012 y 2014 en dos localidades.

Table 6. Firmness (N) in 'Kent' mango fruits with different fertilization treatments during the years 2011, 2012 and 2014 in two localities.

Factor	Etapa de muestreo		
	Inicial (0 DDC)	Intermedia (7 DDC)	A consumo (12 DDC)
Año			
2011	223.8 b	77.2 b	14.5 b
2012	211.5 b	30.6 c	13.5 b
2014	269.7 a	176.4 a	18.6 a
Localidad			
Las Palmas	158.3 b	22.6 b	10.7 b
Buenavista	274.5 a	115.6 a	17.8 a
Dosis			
Normal	245.7 a	87.1 a	17.4 a
Alta	227.8 b	88.7 a	13.3 b
Control	210.7 b	59.4 b	14.1 b

Medias con la misma letra dentro de columna y factor son estadísticamente iguales (Waller-Duncan $p \leq 0.05$).

A madurez de consumo el control al igual que la dosis alta alcanzaron valores de firmeza por debajo de la calidad aceptable (17.15 - 19.6 N) según Mitcham y MacDonald (1992), mientras que la dosis normal mantuvo los frutos con mayor firmeza, lo que indicaría un efecto favorable en la vida de anaquel de los frutos. Estos resultados fueron muy diferentes a los reportados por García *et al.* (2015) en mango 'Kent' donde el nivel de fertilización alta y el control

Firmness of pulp

In the process of maturation of the mango pulp until maturity of consumption (12 DDC), there was a tendency to decrease the firmness, which is attributed to the degradation of the amyloplasts by hydrolysis of the starches produced in photosynthesis, which when hydrolyzed produce low-molecular-weight carbohydrates soluble in water, which is reflected in the increase of soluble solids (Yashoda *et al.*, 2007). The firmness of the fruits of 2010 did not have significant differences between localities for both harvest and consumption, with 199.8 N and 17.15 N respectively.

In the years with the application of the fertilization doses (Table 6), there were significant differences by locality, where the fruits of Buenavista had more firmness than those of Las Palmas. In the year factor there were significant differences, in 2014 the fruits always maintained more firmness with respect to 2011 and 2012 in all the samplings. This would indicate that as in shell color, there is a cumulative residual effect of nutrients with the application of fertilization with the years that could delay the softening process of the fruits. However, at fertilization doses there were significant differences at harvest, the normal dose had greater firmness than the high dose and control, but all were above the minimum acceptable value of 121.6 N (Báez, 1998).

A maturity of control as well as the high dose reached values of firmness below acceptable quality (17.15 - 19.6 N) according to Mitcham and MacDonald (1992), while the normal dose maintained the fruits with greater firmness, which would indicate a favorable effect on the shelf life of the fruits. These results were very different from those reported by García *et al.* (2015) in 'Kent' mango, where the level of high fertilization and control delayed firmness significantly above the normal level in the first five days, but at eight days the control firmness was greater.

Total soluble solids

The total soluble solids (SST) is one of the most interesting physicochemical parameters in the ripening process, as the fruit becomes sweeter and therefore more palatable to the consumer (Quintero *et al.*, 2013). In the year 2010 the TSS from harvest to consumption fluctuated from 7.7 to 17.1 °Brix, while in the following years with the application of the fertilization doses the minimum value at harvest of 7.4

retardaron la firmeza de manera significativa respecto al nivel normal en los primeros cinco días, pero a los ocho días la firmeza del control fue mayor.

Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles totales (SST) es uno de los parámetros fisicoquímicos de mayor interés en el proceso de maduración, ya que el fruto se vuelve más dulce y por ende más apetecible para el consumidor (Quintero *et al.*, 2013). En el año 2010 los SST desde cosecha a consumo fluctuaron de 7.7 a 17.1 °Brix, mientras que en los siguientes años con la aplicación de las dosis de fertilización se superó el valor mínimo a cosecha de 7.4 °Brix (Báez, 1998), teniendo valores entre 8.6 y 9.6 °Brix, con diferencias significativas por localidad y tratamientos de fertilización, mas no para los años evaluados.

La tendencia del contenido de SST desde cosecha a madurez siempre mostró un aumento paulatino (Cuadro 7). Los frutos de la localidad de Las Palmas desde cosecha (0 DDC) hasta madurez de consumo (12 DDC) tuvieron mayor contenido de SST respecto a los de Buenavista. En las dosis de fertilización, el control tuvo los frutos con mayor contenido de SST, alcanzando los 18.2 °Brix. Lo contrario fue para la dosis normal y alta que desarrollaron los frutos con menor contenido de SST, 17.3 y 17.4 °Brix respectivamente, los cuales fueron superiores a los 13.7 °Brix reportados por Siller *et al.* (2009) a los 12 DDC a 20 °C. Por otra parte, García *et al.* (2015) en otro estudio similar obtuvieron resultados contrarios a los obtenidos en este estudio, ya que la fertilización de nivel normal tuvo mayor acumulación de SST que el control.

En los años de aplicación de las dosis de fertilización no se presentaron diferencias significativas tanto inicialmente como a consumo. Estos resultados muestran que no hay un efecto por dosis de fertilización que se refleje en el desarrollo de SST, sino lo contrario, se ve disminuido tanto para la dosis normal como la dosis alta.

Conclusiones

Se encontró que la producción de la dosis alta y normal fue superior al control sin fertilización. Se presentaron diferencias por localidad, años y dosis de fertilización sobre la calidad y vida de anaquel de los frutos, presentando diferencias en pérdida de peso, color de cáscara y pulpa,

°Brix was exceeded (Báez, 1998), having values between 8.6 and 9.6 °Brix, with significant differences by locality and fertilization treatments, but not for the evaluated years.

Cuadro 7. Sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de mango 'Kent' con diferentes tratamientos de fertilización durante los años 2011, 2012 y 2014 en dos localidades.

Table 7. Total soluble solids (°Brix) in 'Kent' mango fruits with different fertilization treatments during the years 2011, 2012 and 2014 in two localities.

Factor	Etapa de muestreo		
	Inicial (0 DDC)	Intermedia (7 DDC)	A consumo (12 DDC)
Año			
2011	9.3 a	17.1 a	17.4 a
2012	9.2 a	17.9 a	18 a
2014	9.3 a	15.6 b	17.4 a
Localidad			
Las Palmas	10.4 a	19.3 a	19.1 a
Buenavista	8.5 b	15.7 b	16.6 b
Dosis			
Normal	8.9 b	16.6 b	17.3 b
Alta	9.4 a	17.6 a	17.4 b
Control	9.5 a	17.2 ab	18.2 a

Medias con la misma letra dentro de columna y factor son estadísticamente iguales (Waller-Duncan $p \leq 0.05$).

The trend of SST content from harvest to maturity always showed a gradual increase (Table 7). The fruits of the locality of Las Palmas from harvest (0 DDC) to maturity of consumption (12 DDC) had higher SST content than Buenavista. At the fertilization doses, the control had the fruits with the highest SST content, reaching 18.2 °Brix. The opposite was for the normal and high dose that developed the fruits with lower SST content, 17.3 and 17.4 °Brix respectively, which were higher than the 13.7 °Brix reported by Siller *et al.* (2009) at 12 DDC at 20 °C. On the other hand, García *et al.* (2015) in another similar study obtained results contrary to those obtained in this study, since normal-level fertilization had a greater accumulation of SST than the control.

In the years of application of the fertilization doses, there were no significant differences both initially and in consumption. These results show that there is no effect per

firmeza y sólidos solubles en el proceso de maduración a consumo. La dosis normal presentó mejor efecto en alargar la vida de anaquel reflejándose en la firmeza y el color de pulpa. Las otras variables no presentaron diferencias entre dosis alta y normal, pero fueron superiores al control.

Literatura citada

- Arizaleta, M. J.; Cárdenas, K. y Manzano, J. E. 2001. Influencia del sulfato de calcio, paclobutrazol y ethrel en el comportamiento poscosecha del mango (*Mangifera indica* L. Vr. Tommy Atkins). México. Rev. Iberoam. Tecnol. Postcosecha. 4: 30-37.
- Assis, J. S. de; Silva, D. J. and Morales, P. L. D. 2004. Nutritional balance and physiological disorders in mango 'Tommy Atkins'. Brasil. Rev. Bras. Frutic. 26(2):326-329.
- Báez, S. R. 1998. Norma mexicana de calidad para mango fresco de exportación. Comité técnico científico de empaques de mango de exportación A.C. (EMEX, A.C.) Guadalajara, Jalisco. México. 4 p.
- Burdon, J. N.; Moore, K. G. and Wainwright, H. 1991. Mineral distribution in mango fruit susceptible to the physiological disorder softnose. USA. Sci. Hortic. 48(3):329-336.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen 2ª (Ed.). Larios. México. 22-27 pp.
- García, M. R.; López, J. A.; Saucedo, V. C.; Salazar, G. S. y Suárez, E. J. 2015. Maduración y calidad de frutos de mango Kent con tres niveles de fertilización. México. Rev. Mex. Cienc. Agric. 6(4):665-678.
- Luna, E. G.; Arévalo, G. M. L.; Anaya, R. S.; Villegas, M. A.; Acosta, R. M. y Leyva, R. G. 2006. Calidad de mango 'Ataúlfo' sometido a tratamiento hidrotérmico. México. Rev. Fitotec. Mex. 29(2):123-128.
- Lin, H. L.; Shiesh, C. C. and Chen, P. J. 2013. Physiological disorders in relation to compositional changes in mango (*Mangifera indica* L. 'chiin hwang') fruit. USA. Acta Hortic. 984 (984):357-363.
- Mckenzie, C. B. 1993. The background skin colors of exported mango fruit in relation to tree nitrogen status. South Africa. South African mango growers' Association Yearbook. 14: 20-28.
- Mitcham, E. J. and McDonald, R. E. 1992. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. USA. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117: 912-924.
- Mitra, S. K. and Baldwin, E. A. 1997. Mango. In: postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Mitra, S. K. (Ed.). CAB International. New York, USA. 85-122 pp.
- Mulkay, V. T.; Cáceres, M. I.; Rodríguez, P. J.; Paumier, J. A.; Castro, L. G. T.; Bango, D. G.; Alonso, M. O.; Vallin, B. G. y Suri, A. 2003. Chile. Efectos del poliquel calcio en la calidad poscosecha del mango. Simiente. 73(1-2):16-20.
- NMX-FF-058-SCFI-2006. Secretaría de Economía (SE). Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-fruta fresca mango (*Mangifera indica* L.) - especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación. 07 de abril 2006.
- fertilization dose that is reflected in the development of SST, but the opposite, is diminished for both the normal dose and the high dose.

Conclusions

It was found that the production of the high and normal dose was superior to the control without fertilization. There were differences by location, years and fertilization doses on the quality and shelf life of the fruits, presenting differences in weight loss, peel and pulp color, firmness and soluble solids in the ripening process for consumption. The normal dose had a better effect in lengthening shelf life by reflecting on firmness and pulp color. The other variables did not show differences between high and normal doses, but were higher than control.

End of the English version



- Ornelas, P. J.; Yahia, E. M. and Gardea, A. 2008. Changes in external and internal color during postharvest ripening of "Manila" and "Ataúlfo" mango fruit and relationship with carotenoid content determined by liquid chromatography-APCI+ time-of-flight mass spectrometry. USA. Postharvest Biol. Technol. 50(2):145-152.
- Osuna, G. J. A.; Ortega, Z. D. A.; Cabrera, M. H. y Vázquez, V. V. 2007. El uso de unidades calor como una tecnología viable para determinar momento óptimo de cosecha en el mango Ataúlfo. Ecuador. Rev. Ecothec. 12-13.
- Quintero, V.; Giraldo, G.; Lucas, A. J. y Vasco, L. J. 2013. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. Colombia. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 11(1):10-18.
- Quijada, O.; Herrero, B.; González, R.; Casanova, A.; Castellano, G. y Camacho, R. 2008. Influencia de la poda, de la aplicación de nitrato potásico y tiosulfato potásico sobre la calidad de frutos de variedades promisorias de mango (*Mangifera indica* L.) en la planicie de Maracaibo Venezuela. México. Rev. Iberoam. Tecnol. Postcosecha. 9(2):121-130.
- Romero, G. N.; Sánchez, G. P.; Rodríguez, A. y Saucedo, V. C. 2006. Aplicación foliar de calcio y su relación con la calidad de frutos de mango cv Haden. México. Agric. Téc. Méx. 32: 5-15.
- Salazar, G. S. 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. INIFAP- Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) (Eds.). Querétaro, México. 165 p.
- Salazar, G. S. y Lazcano, F. I. 2003. La fertilización en "sitio específico" incrementa los rendimientos y el tamaño de fruta del aguacate en México. In: Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca (Coord.). AG. Novograf, SA. Sevilla, España. 373-379 pp.

- Salazar, G. S.; Santillán, V. G.; Hernández, V. E. F.; Medina, T. R.; Ibarra, E. M. E. y Gómez, A. R. 2014. Efecto a corto plazo de la fertilización de sitio específico en mangos 'Kent' y 'Tommy Atkins' cultivados sin riego. México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(4):645-659.
- Sharma, R. R. and Singh, R. 2009. The fruit pitting disorder-aphysiological anomaly in mango (*Mangifera indica* L.) due to deficiency of calcium and boron. USA. Sci. Hortic. 119:388-391.
- SIAP. 2008. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción anual por cultivo. <http://www.siap.gob.mx/agriculturaproduccion-anual/>.
- SIAP. 2015. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción anual por cultivo. <http://www.siap.gob.mx/agriculturaproduccion-anual/>.
- Siller, C. J.; Muy, R. D., Báez, S. M.; Araiza, L. E. e Ireta, O. A. 2009. Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. México. Rev. Fitotec. Mex. 32(1):45-52.
- Slaughter, D. C. 2009. Nondestructive maturity assessment methods for mango: a review of literature and identification of future research needs. USA. Biol. Agric. Eng. 1-18 pp.
- Xiuchong, Z.; Guojian, L.; Jianwu, Y.; Shaoying, A. and Lixian, Y. 2001. Balanced fertilization on mango in Southern China. Canada. Better Crops Inter. 15:16-20.
- Yashoda, H. M.; Prabha, T. N. and Tharanathan, R. N. 2007. Mango ripening- role of carbohydrases in tissue softening. England. Food Chem. 102 (3):691-698.