

CRECIMIENTO, NUTRICIÓN Y RENDIMIENTO DEL MANGO 'ATAULFO' CON INTERINJERTO DE PORTE BAJO 'ESMERALDA'

V. Vázquez-Valdivia¹; M. H. Pérez-Barraza¹; S. Salazar-García¹; E. Becerra-Bernal²

¹INIFAP-Nayarit, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Apdo. Postal 100, Santiago Ixc., Nayarit.
C. P. 63300. México. Tel/Fax (323) 235 07 10. Correo-e:vazquezv.victor@tepic.megared.net.mx (¹Autor responsable).

²Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del genotipo de bajo porte 'Esmeralda' como interinjerto, en el comportamiento del mango cultivar Ataulfo. Se estableció un huerto de mango con patrones criollos sobre los cuales se injertó 'Esmeralda' en longitudes de 0, 21 a 30, 31 a 40 y 41 a 50 cm, posteriormente se injertó 'Ataulfo'. Los resultados indicaron que el interinjerto 'Esmeralda' afectó el porte de los árboles. La altura del árbol, diámetro de copa, perímetro del tronco, área transversal del tronco y volumen de la copa fue menor en árboles con interinjerto que en el testigo. No hubo diferencias significativas en las primeras cuatro cosechas (1996 a 1999); sin embargo, en el año 2000, se detectaron diferencias estadísticas en el rendimiento, árboles con interinjerto de 21 a 30 cm produjeron 226 kg mientras que el testigo produjo 191 kg. El contenido nutrimental del follaje no fue afectado por el interinjerto. El nitrógeno, fósforo y potasio se encontraron en niveles adecuados y calcio en niveles deficientes.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Mangifera indica* L., contenido nutrimental, tamaño del árbol.

GROWTH, NUTRITION AND YIELD OF 'ATAULFO' MANGO WITH DWARF 'ESMERALDA' INTERSTOCK

ABSTRACT

The effect of 'Esmeralda', a dwarf genotype, as interstock on the behavior of 'Ataulfo' mango was evaluated. A mango orchard was established using seedling rootstocks; 'Esmeralda' genotype was grafted on these rootstocks in lengths of 0, 21 to 30, 31 to 40 and 41 to 50 cm; afterwards 'Ataulfo' was grafted. 'Esmeralda' interstock affected the size of the trees when compared to the controls. Interstock trees showed a reduction in height, canopy diameter, trunk perimeter and canopy volume. No significant differences were detected in the yield of four harvesting seasons (1996 to 1999); however significant differences were detected in the 2000 season. Trees with interstock of 21 to 30 cm yielded 226 kg while the control trees yielded only 191 kg. Nutritional content was not affected by the interstock. Nitrogen, phosphorus and potassium were found within the normal content range, while a calcium deficiency was found.

ADDITIONAL KEYS WORDS: *Mangifera indica* L., nutrimental content, tree size.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes del mango (*Mangifera indica* L.) en los trópicos, es el tamaño que tienen los árboles cuando son adultos, alcanzando alturas y diámetros de copa de hasta 20 m. Esta característica origina baja población de árboles por unidad de superficie; en pocos años, las copas de los árboles se juntan, provocando sombreado excesivo y deficiente aireación que incrementa los problemas fitosanitarios, además se dificulta el manejo

de la plantación y la cosecha. Esto incrementa los costos de producción aunado a la disminución del rendimiento.

En Nayarit, México, se utilizan portainjertos de mango criollos poliembriónicos, que se encuentran adaptados a los suelos y climas de la región, produciendo plantas uniformes y de gran vigor; estos portainjertos, en huertos nuevos, provocan desperdicio del área de cultivo en los primeros años y baja velocidad de retorno del capital invertido.

Algunas de las técnicas empleadas para limitar el crecimiento de los árboles de mango se basan en el uso de retardantes del crecimiento (Kulkarni, 1988; Salazar y Vázquez, 1997), la poda de la copa (Medina y Núñez, 1996) así como la utilización de portainjertos o interinjertos de porte bajo (Mosqueda *et al.*, 1996a). De estas técnicas, los patrones o interinjertos de porte bajo es la que permite solucionar este problema de manera definitiva, aunque presenta la desventaja de que los resultados se obtienen a largo plazo (Kulkarni, 1991).

Las ventajas prácticas de la utilización de árboles de bajo porte son evidentes, ya que con ellos se pueden establecer plantaciones comerciales con alta densidad lo que permite utilizar más eficientemente la superficie cultivable, incrementando los rendimientos y favoreciendo las prácticas culturales como la poda, cosecha y aspersiones para el control fitosanitario (Barrientos *et al.*, 1993).

Entre 1970 y 1980 se realizaron en México diversos estudios para conocer el comportamiento de varios cultivares de mango; destacando por su porte bajo 'Esmeralda', 'Irwin', 'Diplomático', 'Thomas' y 'Vhisís' (Sandoval, 1987; Mosqueda *et al.*, 1996a). Inicialmente 'Esmeralda' fue seleccionado por su tipo de fruta, que es dulce y de buen sabor, aunque el fruto madura con la cáscara color verde y tiene poca firmeza, por lo cual fue desechado como cultivar. Sin embargo, presentó menor desarrollo en comparación con otros cultivares, por lo que se decidió utilizarlo como portainjerto e interinjerto, para reducir el tamaño del árbol de mango (Mosqueda *et al.*, 1996a).

Estudios del efecto de combinaciones de interinjerto/portainjerto en el crecimiento y producción del mango 'Manila' mostraron que las combinaciones 'Manila'/'Irwin' 'Irwin', 'Manila'/'Esmeralda'/'Manila' y 'Manila'/'Esmeralda'/'Irwin' tuvieron 20 % menos altura que las combinaciones 'Manila'/'Manila' y 'Manila'/'Irwin', así como 40 % menos altura que los árboles de 'Manila' provenientes de semilla a los cinco años (Ávila, 1985).

De los cultivares de mango originarios de México 'Ataulfo' es el único con calidad de exportación; en los últimos años ha entrado al mercado internacional con gran aceptación que ya representa más del 13 % del volumen de exportación anual (Paulín, 2000) y la superficie destinada a su explotación está creciendo en diversas zonas productoras de mango del país e incluso hay interés en otros países productores de mango por introducir este cultivar, debido a que su fruto tiene mejores precios que los demás cultivares.

La información científica y tecnológica de mango 'Ataulfo' es aún incipiente por lo que cualquier aportación con relación a su comportamiento es de interés. En las zonas productoras de México 'Ataulfo' es conocido como

un cultivar de porte alto que alcanza alturas y diámetros de copa de hasta 20 m, ante esto es necesario disponer de alternativas para limitar su crecimiento desde el establecimiento del huerto y hasta la fecha se desconoce el efecto del interinjerto 'Esmeralda' sobre el comportamiento del mango 'Ataulfo'.

De esta forma se estableció este estudio, cuyo objetivo es evaluar el efecto del genotipo de porte bajo 'Esmeralda' como interinjerto en el crecimiento, producción y contenido nutrimental en el follaje del mango 'Ataulfo'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la localidad de Atonalisco, municipio de Tepic, Nayarit, México (N 21° 41' W 104° 51') a 270 msnm y una precipitación media anual de 1,220 mm distribuida de junio a septiembre. El huerto se estableció en condiciones de riego, en un suelo con textura franco arcillosa, profundo y con una pendiente del 2 %. Cada árbol estuvo formado por tres genotipos (portainjerto, interinjerto y cultivar), con excepción del testigo que no tuvo interinjerto. En junio de 1991, se establecieron los portainjertos criollos (regional) de semilla en el campo a 10 x 10 m; cuando los portainjertos tuvieron un grosor entre 1.5 y 2.0 cm de diámetro a 30 cm de altura del suelo, se injertaron con el genotipo de porte bajo 'Esmeralda' que fue el interinjerto y por último, en octubre de 1993 se injertó con 'Ataulfo'; después de la última injertación todos los árboles fueron podados para uniformarlos y formar su copa.

El manejo que recibió el huerto fue el siguiente, se fertilizó cada año con 17-17-17 de N-P-K; el primer año se aplicaron 100 g por árbol, el segundo y tercer año 300 g, el cuarto y quinto año 500 g, el sexto y séptimo año 1.0 kg y en el octavo y noveno año 2.0 kg. La fertilización se fraccionó en dos, aplicando la mitad al inicio y la otra mitad a finales de las lluvias; el huerto se mantuvo libre de maleza y se realizaron aplicaciones preventivas de fungicidas (mancozeb, captan y benomyl) e insecticidas (malatión y metidatión).

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 10 repeticiones, cada repetición estuvo constituida por un árbol. Los tratamientos evaluados fueron cuatro longitudes del interinjerto 'Esmeralda' (0, 20-30, 31-40 y 41-50 cm). Las variables de estudio se evaluaron por la metodología usada por Mosqueda *et al.* (1996a) y García *et al.* (1993). La altura del árbol se midió con un estadal del suelo a la parte más alta del árbol. El diámetro de la copa, se registró con una cinta métrica en la parte media del árbol en dirección Norte-Sur y Oriente-Poniente, de estas dos lecturas se obtuvo el promedio. El volumen de copa se calculó con la ecuación ($V = 4/3 \pi r^3$). El perímetro y diámetro del portainjerto se registró a 20 cm sobre el suelo y el área transversal del tronco se calculó con la fórmula ($A = \pi r^2$). La eficiencia productiva se determinó de dos formas, una

dividiendo los kg de fruto entre los cm² de área de la sección transversal del tronco y la otra dividiendo los kg de fruto entre el volumen de la copa.

En septiembre de 1999, se realizó un muestreo foliar; se colectaron 50 hojas adultas del crecimiento de primavera, ubicadas alrededor y en la parte media de la copa de cada árbol. Los nutrientes que se determinaron fueron: (N, P, K y Ca). El nitrógeno se determinó por el método de Kjeldall (Chapman y Pratt, 1973), el fósforo y calcio por el método de Jackson (1964); la determinación de potasio se realizó con el mismo extracto con que se analizó fósforo, a través del procedimiento de fotometría de flama utilizando un flamómetro marca Corning modelo 400. Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelo-planta de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, México.

RESULTADOS

El interinjerto 'Esmeralda' afectó el vigor de los árboles. A los nueve años de establecida la plantación, los árboles con interinjerto tuvieron de 12 a 13.5 % menos altura que los testigos. En árboles con interinjerto de 41 a 50 cm, el perímetro del tronco se redujo un 14 %, el diámetro de copa 16 %, el área transversal del tronco 25 % y el volumen de la copa 35 % en comparación con el testigo (Cuadro 1).

Se observó una relación inversa, entre la longitud del interinjerto y el vigor de los árboles, es decir que el vigor de los árboles tiende a disminuir al aumentar la longitud del interinjerto (Cuadro 1).

En las primeras cuatro cosechas (1996-1999), no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos; sin embargo, en la cosecha del 2000 si las hubo, el testigo produjo 191 kg de fruta por árbol, mientras que en árboles con interinjerto la producción varió de 195 a 226 kg, los rendimientos más altos se obtuvieron en árboles con longitud de interinjerto 21 a 30 cm. La producción acumulada de cinco cosechas, indica que hubo diferencias

entre los tratamientos, árboles con interinjerto de 21-30 cm tuvieron los rendimientos más altos con 387 kg de fruto por árbol y los menores correspondieron a árboles con interinjerto de 31 a 40 cm con 337 kg; los árboles sin interinjerto tuvieron 380 kg por árbol (Figura 1). La eficiencia productiva, considerando el rendimiento entre la sección transversal del tronco, fue similar en todos los tratamientos ya que no se detectaron diferencias estadísticas; en el testigo fue de 0.402 mientras que en los árboles con interinjerto osciló entre 0.489 y 0.581; pero al determinar ésta mediante los kg de fruto entre el volumen de la copa, se detectaron diferencias altamente significativas, el testigo tuvo una eficiencia de 1.51 mientras que en los árboles con interinjerto estuvo entre 1.95 y 2.52.

El contenido nutrimental en hojas de mango 'Ataulfo', fue muy similar en árboles con y sin interinjerto; esto demuestra que el interinjerto 'Esmeralda' no está afectando el transporte de nutrimentos a la parte aérea (Cuadro 2). El contenido de nitrógeno osciló entre 1.205 y 1.287 %, fósforo entre 0.103 y 0.268 %, potasio entre 0.960 y 1.086 % y calcio de 0.097 a 0.137 %.

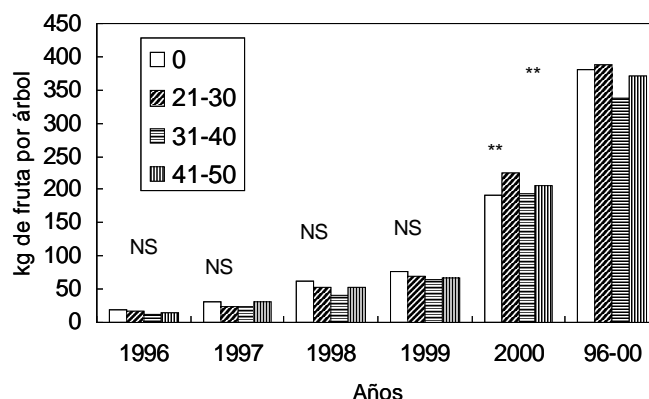


FIGURA 1. Efecto de la longitud del interinjerto 'Esmeralda' sobre la producción anual y el rendimiento acumulado de cinco cosechas de árboles de mango 'Ataulfo'. NS, **, no significativo, significativo a una $P \leq 0.05$, respectivamente, conforme a la prueba de Duncan.

CUADRO 1. Efecto del interinjerto 'Esmeralda', sobre el vigor de los árboles de mango 'Ataulfo' a los nueve años después de establecido el huerto.

Longitud de Interinjerto (cm)	Altura del Árbol (m)	Perímetro del Tronco (cm)	Diámetro de Copa (m)	Área Transversal del Tronco (cm ²)	Volumen de Copa (m ³)
0	5.55 a ^z	76.90 a	6.20 a	475.60 a	126.22 a
21-30	4.89 b	70.30 ab	5.76 ab	402.30 ab	105.62 ab
31-40	4.86 b	70.40 ab	5.57 ab	399.10 ab	99.92 ab
41-50	4.80 b	66.20 b	5.23 b	355.10 b	81.69 b
P>F C.V. (%)	**10.90	*12.04	*12.97	**22.61	*32.23

^zMedias con la misma letra, dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una $P \leq 0.05$.

*, **, Significativo a una $P \leq 0.01$ y 0.05, respectivamente.

C.V.: Coeficiente de variación.

CUADRO 2. Contenido nutrimental (% m.s.) en hojas de mango 'Ataulfo' con interinjerto de 'Esmeralda'.

Longitud del interinjerto (cm)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)
0	1.207 a ^z	0.103 a	1.086 a	0.109 a
21-30	1.205 a	0.268 a	1.025 a	0.137 a
31-40	1.272 a	0.130 a	0.960 a	0.097 a
41-50	1.287 a	0.134 a	1.073 a	0.121 a
P>F C.V. (%)	^{NS} 14.19	^{NS} 10.11	^{NS} 22.05	^{NS} 35.72

^zMedias con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una P<0.05.

^{NS}: no significativo; C.V.: Coeficiente de variación.

DISCUSIÓN

La reducción del tamaño del árbol de mango 'Ataulfo' por el interinjerto 'Esmeralda' es notoria (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con lo reportado en el cultivar Manila, en donde se evaluó 'Esmeralda' como interinjerto (Ávila, 1985; Sandoval, 1987). La variable más indicativa sobre el tamaño de los árboles quizá sea el volumen de la copa; al respecto, los árboles con interinjerto tuvieron una reducción que osciló entre 16 y 35 % en comparación con el testigo, a los nueve años después de establecida la plantación. Mosqueda *et al.* (1996a) ya habían reportado que 'Esmeralda' como interinjerto reduce la altura y diámetro de copa de 'Manila'; encontrándose que 'Manila'/'Esmeralda'/'Manila' a los nueve años de edad tiene una reducción de 35 % en volumen de la copa en comparación con 'Manila'/'Manila'. Lo cual se ratifica con el presente estudio el efecto de 'Esmeralda' como interinjerto sobre la reducción del tamaño del árbol en mango. Esto es importante ya que el tener árboles de menor porte permitiría establecer plantaciones con altas densidades y usar más eficientemente la superficie cultivable tal como lo señalaron Barrientos *et al.* (1993).

El mecanismo de reducción del tamaño del árbol del interinjerto 'Esmeralda' no es conocido; pero probablemente se deba al grosor de la corteza; la corteza gruesa es un indicador de menor altura y la corteza delgada de mayor altura; en la combinación 'Manila'/'Esmeralda'/'Irwin' el interinjerto tuvo corteza más gruesa en comparación con otras combinaciones, esta respuesta probablemente está determinada por un alto grado de compatibilidad entre los materiales; aunque puede ser modificada por el portainjerto (García *et al.*, 1993).

Respecto a la producción de fruto, en los primeros ensayos la producción fue baja y se incrementó cada año, como es normal en árboles en crecimiento, pero fue similar en todos los tratamientos y a partir de la quinta cosecha fue cuando se observó un fuerte incremento en el rendimiento en árboles con y sin interinjerto; sobresaliendo el tratamiento con 21 a 30 cm de longitud (Figura 1), aunque

no se esperaba que el interinjerto tuviera influencia sobre el rendimiento, esto es importante ya que el tener árboles de menor tamaño, permitiría aumentar la densidad de población e incrementar el rendimiento por unidad de superficie. Mosqueda *et al.* (1996a) informaron que la producción acumulada de cinco años en mango 'Manila' con interinjerto de 'Esmeralda' fue de 94.8 kg por árbol; en este trabajo con 'Ataulfo' usando el mismo interinjerto en cinco cosechas se obtuvieron rendimientos por árbol de 337 a 387 kg; es decir que 'Ataulfo' superó de tres a cuatro veces a 'Manila' en producción de fruta con el mismo interinjerto; aunque ambos trabajos se llevaron a cabo en México, fueron ambientes diferentes, uno en Veracruz, ubicado en la Costa del Atlántico y el otro en Nayarit, en la Costa del Pacífico. Posiblemente uno de los factores que esté influyendo en esto, sean los fuertes vientos denominados "Nortes" que se presentan en Veracruz de noviembre a abril provocando caída de flor y fruto (Mosqueda *et al.* 1996b) situación que repercute en la cosecha; en Nayarit los vientos no son una limitante en la producción del mango.

En el cultivar Manila el interinjerto 'Esmeralda' tuvo una eficiencia en producción de 0.32 considerando el rendimiento entre el área de la sección transversal del tronco (García *et al.*, 1993); en el presente estudio con 'Ataulfo' usando el mismo interinjerto la eficiencia productiva osciló entre 0.489 y 0.581, lo que indica que hay mayor eficiencia productiva en 'Ataulfo' que en 'Manila' cuando tienen como interinjerto a 'Esmeralda'.

Al comparar las dos formas de evaluar la eficiencia productiva rendimiento entre área de sección transversal del tronco contra rendimiento entre volumen de copa, sólo con esta última se detectaron diferencias entre los tratamientos, indicando que esta forma de evaluar este parámetro podría ser más adecuada.

El interinjerto no afectó el contenido nutrimental del follaje (Cuadro 2); lo que concuerda con lo encontrado por Sandoval (1987) que evaluó varios genotipos ('Irwin', 'Thomas', 'Diplomático' y 'Esmeralda') usados como portainjertos e interinjertos sobre la nutrición de mango 'Manila', señalando que ningún genotipo usado como patrón o interinjerto afectó la composición nutrimental de las hojas. El contenido de macronutrientes en el follaje se encontró en los intervalos normales como lo señala (Robinson, 1986), lo que indica que hasta el momento la fertilización ha sido adecuada. No obstante, esto refleja que este comportamiento es debido a la fertilización del huerto y no al uso del interinjerto.

En términos generales los resultados del contenido nutrimental del follaje, indican que el interinjerto de porte bajo 'Esmeralda' independientemente de la longitud del interinjerto que se emplee, no está afectando el transporte de nutrientes a la parte aérea del árbol (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

El genotipo 'Esmeralda' usado como interinjerto reduce el tamaño del árbol de mango 'Ataulfo', el volumen de la copa se redujo hasta un 35 %. Se encontró una relación inversamente proporcional entre la longitud del injerto y el vigor de los árboles. En el rendimiento, de cinco cosechas evaluadas sólo en una se encontró efecto del interinjerto en la producción de fruto. El contenido nutrimental del follaje no fue afectado por el empleo del interinjerto.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el CONACYT y la Fundación Produce Nayarit, A.C. por lo que los autores agradecen el apoyo brindado. También queremos hacer patente nuestro agradecimiento al señor Everardo Castañeda, propietario del huerto experimental por su valioso apoyo y facilidades otorgadas para realizar este estudio.

LITERATURA CITADA

- ÁVILA R., C. 1985. Uso de portainjertos y tallos intermedios para reducir el vigor y la altura en mango (*Mangifera indica* L.) cv Manila. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 133 p.
- BARRIENTOS P., F.; BARRIENTOS P., A. F.; RUBÍ A., M. 1993. Control genético de la altura en especies frutales. Memorias del Simposium. Control del tamaño de árboles frutales. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, 18-23 de julio de 1993. Veracruz, México. pp. 3-16.
- CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. F. 1973. Métodos de Análisis de Suelo, Plantas y Aguas. Ed. Trillas, S. A. D. F., México, 195 p.
- GARCÍA P., E. R.; MOSQUEDA V., R.; BECERRIL R., A. E.; MARTÍNEZ G., A. 1993. Crecimiento aéreo y producción de mango cv Manila injertado sobre varias combinaciones de interinjerto/portainjerto. Memorias del Simposium: Control del tamaño de árboles frutales. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, 18-23 de julio de 1993. Veracruz, México. pp. 37-51.
- JACKSON, M. L. 1964. Análisis Químicos de Suelos. Ed. Omega, S. A. Barcelona, España. 662 p.
- KULKARNI, V. J. 1988. Chemical control of tree vigor and the promotion of flowering and fruiting in mango (*Mangifera indica* L.) using paclobutrazol. J. Hort. Sci. 63(3): 557-566.
- KULKARNI, V. J. 1991. Tree vigor control in mango. Acta Horticulturae 291:229-234.
- MEDINA U., V. M.; NUÑEZ E., R. 1996. Mechanical pruning to control tree size, flowering and yield of mature 'Tommy Atkins' mango trees. Acta Horticulturae 455(1): 305-314.
- MOSQUEDA V., R.; ÁVILA R., C.; GARCÍA P., E.; DE LOS SANTOS R., F.; IRETA O., A. 1996a. 'Esmeralda' un clon para utilizarse como interinjerto y reducir el tamaño del árbol de mango cultivar Manila. INIFAP-Colegio de Postgraduados. Folleto Técnico Núm. 12. 21 p.
- MOSQUEDA V., R.; DE LOS SANTOS R., F.; BECERRA L., E. N.; CABRERA M., H.; ORTEGA Z., D. A.; DEL ÁNGEL P., A. L. 1996b. Manual para cultivar mango en la planicie costera del Golfo de México. INIFAP-CIRGOC. Folleto Técnico Núm. 15. 130 p.
- PAULÍN N., T. 2000. La exportación del mango y sus características por variedades. II Simposium Latinoamericano del Mango. EMEX, A.C. 5-8 de junio del 2000. Mazatlán, Sinaloa, México. 33 p.
- ROBINSON, J. B. 1986. Fruits, vines and nuts, pp. 120-147. In: Plant Analysis an Interpretation Manual. Inkata Press. Melbourne, Australia.
- SALAZAR G., S.; VÁZQUEZ V., V. 1997. Physiological persistence of paclobutrazol on the 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) under rainfed conditions. J. Hort. Sci. 72(2): 339-345.
- SANDOVAL E., A. 1987. Efecto de portainjertos e interinjertos de porte bajo sobre algunas variables de crecimiento y la nutrición vegetal en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. 83 p.