

EL PACLOBUTRAZOL COMO PROMOTOR DE LA FLORACIÓN EN MANGO 'MANILA', AUN SIN CONDICIONES AMBIENTALES INDUCTIVAS

María Hilda Pérez-Barraza¹; Jorge Alberto Osuna-García;
Roberto Sánchez-Lucio; Victor Vázquez-Valdivia

INIFAP-Nayarit. km 6 Carr. Internal. México-Nogales, Ent. a Santiago Ixc.,
Santiago Ixcuintla, Nayarit. Apdo. Postal 100. C. P. 63300.
Correo-e. perez.mariahilda@inifap.gob.mx (¹Autor para correspondencia)

RESUMEN

En Nayarit las condiciones climáticas de los últimos cinco años han provocado un comportamiento fenológico heterogéneo en el mango 'Manila'. Lo anterior se refleja en una fuerte disminución del rendimiento y baja calidad del fruto. El objetivo de este estudio fue conocer el efecto del paclobutrazol (PBZ) y del nitrato de potasio (KNO_3) sobre la floración, época de cosecha, rendimiento y calidad del fruto de mango 'Manila'.

El estudio se realizó durante 2008-2010 en un huerto comercial de 10 años de edad. Se evaluaron dosis de PBZ (0, 10 y 20 ml-árbol⁻¹) combinado con KNO_3 (4 %). Se evaluaron variables fenológicas y reproductivas en cada uno de los tratamientos. En el primer ciclo los tratamientos con PBZ combinado con KNO_3 y PBZ solo, permitieron una floración entre 70 y 90 % y la adelantaron en 26 y 37 días, respectivamente; los árboles sin tratamiento florecieron sólo el 50 %. En el segundo ciclo el inicio de floración en árboles tratados con PBZ + KNO_3 fue 23 días antes que los no tratados y 15 en aquellos tratados con PBZ solo; estos últimos presentaron una floración de 98 %; en tanto que los no tratados sólo florecieron un 64.4 %. Estos resultados demuestran que el PBZ, aun sin la adición de KNO_3 permitió una floración y cosecha adecuada pese a que no se presentaron condiciones inductivas de la floración, por lo que sería posible prescindir del nitrato de potasio. En ambos ciclos el rendimiento se incrementó en más del 100 %, respecto al testigo.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES: *Mangifera indica* L., retardantes del crecimiento, temperatura, humedad, cosecha adelantada.

PACLOBUTRAZOL ENSURES ABUNDANT AND ADVANCED FLOWERING IN 'MANILA' MANGO, EVEN WITHOUT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

ABSTRACT

In Nayarit, the climatic conditions during the last five years have caused heterogeneous phenological behavior in 'Manila' mango. This situation has induced a high reduction in yield and low fruit quality. The objective of this study was to determine the effect of paclobutrazol (PBZ) and potassium nitrate (KNO_3) on flowering, harvest time, yield and fruit quality of 'Manila' mango. The study was done during 2008-2009 and 2009-2010 in a ten-year-old 'Manila' orchard. Dosages of PBZ (0, 10, and 20 ml/tree) and KNO_3 (0 and 4 %) were tested. In every treatment, physiological and reproductive aspects were evaluated. During the first cycle (2008-2009), the PBZ treated trees reached 70 and 90 % flowering, while the control trees had only 50 % flowering. During the second cycle (2009-2010), the start of flowering was 23 days earlier in PBZ + KNO_3 , while the PBZ treatment alone advanced flowering 15 days compared with the control trees. The PBZ treated trees had a flowering percent between 94 and 98, whereas the control trees had only 64.4 % flowering. Results showed that PBZ ensured abundant and advanced flowering in 'Manila' mango. In addition, in both cycles PBZ increased the yield more than twice when compared to control trees.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Mangifera indica* L., growth retardant, temperature, moisture, early harvest.

INTRODUCCIÓN

En Nayarit la superficie de mango supera las 22 mil hectáreas con una producción mayor a las 200 mil toneladas. Los cultivares más importantes, de acuerdo a la superficie cultivada, son Ataulfo, Tommy Atkins, Kent, Keitt y Manila (SAGARPA, 2008).

En el estado, la variabilidad de las condiciones climáticas que se han presentado en los últimos cinco años ha provocado un comportamiento fenológico muy heterogéneo en todos los cultivares de mango; en el 2009 se presentó una floración errática y en algunos casos nula, lo que se reflejó en una fuerte disminución del rendimiento (de 12 a 9 t·ha⁻¹) y baja calidad del fruto; debido a esto, el volumen de exportación ha disminuido fuertemente en estos años: en 2008 se exportaron 10 mil t en el estado, mientras que en el 2009 el volumen fue de 4,244 t (SAGARPA-CESAVENAY, 2009).

En el cultivo del mango existen investigaciones que documentan el efecto de ciertos reguladores del crecimiento para obtener una floración y cosecha adelantada así como mejorar la producción de fruta en mango, tal es el caso del paclobutrazol (PBZ); que es un triazol que retarda el crecimiento vegetal debido a que bloquea la síntesis de giberelinas, aunque afecta también a otras hormonas: por ejemplo, reduce el nivel de ácido abscísico, de etileno y de ácido indolacético, y aumenta el de citocininas (Berova y Zlatev, 2000; Cárdenas y Rojas, 2003).

En 'Tommy Atkins', las aplicaciones de PBZ (6 ml de Cultar[®]·m⁻² de base de copa) realizadas en julio de 1998, adelantaron la floración por seis semanas y redujeron el crecimiento vegetativo; además, se incrementó el número de frutos por inflorescencia; en contraste, se menciona que el KNO₃ (8 %) no estimuló la floración (Cárdenas y Rojas, 2003). En el cultivar Kensington Pride se incrementó la floración y producción de fruta con aplicaciones de PBZ después de la cosecha, en dosis 4 a 8 ml de ingrediente activo (i. a.) por árbol en un año con inviernos cálidos (condiciones no inductivas); se señala que el incremento en la producción se debió a un aumento en el número de frutos y no al incremento en el tamaño de los mismos (Winston, 1992). Resultados similares en el incremento en rendimiento se obtuvieron en mango 'Dashehari' en la India con dosis de 4 g·árbol⁻¹ de i. a. (Singh y Bhattacharjee, 2005).

En México, las aplicaciones de PBZ (después de la cosecha) + KNO₃ (en octubre), en mango 'Manila', adelantaron la floración 52 días respecto al testigo y no afectaron la calidad del fruto; sin embargo, aplicaciones de PBZ solo no tuvieron efecto (Rebolledo *et al.*, 2008).

Por otro lado, en árboles de mango 'Tommy Atkins', Medina-Urrutia (1995) encontró un incremento de 2.5 a 3.3 veces en la producción cuando estos fueron tratados con PBZ al suelo (10 ml·árbol⁻¹ de i. a) en los primeros días de abril; además, la floración se adelantó hasta en 30 días con respecto a los árboles no tratados. Resultados

similares fueron encontrados en mango 'Haden', ya que el PBZ (aplicado en julio de 1993), además de reducir significativamente el crecimiento vegetativo, indujo floraciones profusas y tempranas e incrementó el número y el peso total de frutos por árbol, en comparación con el testigo. El adelanto de floración fue de 46 días con las dosis de 2.5 g·árbol⁻¹ de i. a. (Ferrari y Sergent, 1996)

En los cultivares Tommy Atkins y Keitt, el PBZ (200 y 500 mg·L⁻¹) redujo el crecimiento vegetativo y el número de días requeridos para la emergencia de la inflorescencia. El periodo mínimo requerido de temperaturas inductivas (15/10 °C) para completar la inducción floral fue de 35 días en ambos cultivares. Cuando las condiciones inductivas fueron suspendidas, se observó un retraso en la emergencia de las inflorescencias (Yeshitela *et al.*, 2004).

Por su parte, Rodríguez *et al.* (2007) encontraron que el PBZ aplicado al suelo (1 g·m⁻¹ lineal de copa de i. a.) en julio de 2006, redujo el crecimiento de los brotes a partir del segundo flujo de crecimiento; en 'Tommy Atkins' la reducción fue del 65.9 % y en 'Kent' de 75.7 %; asimismo, observaron un ligero adelanto en el inicio de la floración mencionan que estos resultados evidencian la alternativa del empleo del PBZ en plantaciones de mango con altas densidades de población, para disminuir el tamaño de los brotes y adelantar el inicio de la floración. Resultados similares se encontraron en mango 'Alphonso' con aplicaciones de PBZ (agosto-septiembre) de 5 y 10 g·árbol⁻¹ de i. a. ; aunque la última dosis fue más efectiva en reducir el tamaño del árbol (Murti *et al.*, 2001)

El objetivo del presente estudio fue conocer el efecto del PBZ aplicado al suelo (base del tallo) solo o combinado con KNO₃, aplicado éste al follaje, sobre la floración, época de cosecha, rendimiento y calidad del fruto en árboles de mango 'Manila' en Nayarit, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló durante dos ciclos productivos (2008-2009 y 2009-2010) en un huerto comercial de mango 'Manila' en el municipio de Tecuala, Nayarit. En ambos ciclos se utilizaron 60 árboles de 10 años de edad injertados sobre portainjerto criollo regional, establecidos a distancias de plantación de 10 x 10 m y cultivados bajo condiciones de temporal. Los tratamientos evaluados durante el ciclo 2008-2009 fueron los siguientes: PBZ en dosis de 2 ml·m⁻¹ lineal de diámetro de copa de producto comercial (20 ml por árbol), PBZ en la misma dosis más tres aplicaciones de KNO₃ (4 %) y Testigo (sin aplicación).

Durante el ciclo 2009-2010 se aplicaron los mismos tratamientos, aunque la dosis de PBZ aplicada fue menor que el año anterior (10 ml·árbol⁻¹) y se aplicó en árboles diferentes.

En el 2008 las aplicaciones de PBZ se realizaron el 14 de octubre (entre 80 y 90 días antes de la floración

normal) bañando el tronco principal a unos 30 cm de la base del suelo. Las aplicaciones de KNO_3 se realizaron asperjando al follaje, con un intervalo entre aplicaciones de 10 días, iniciando el 21 de noviembre; la última aplicación fue dirigida a los brotes más jóvenes, ya que en algunas secciones de la copa ya había flores en desarrollo. En 2009 las aplicaciones de PBZ fueron un mes antes (septiembre 14), mientras que las de KNO_3 fueron en fecha similar a los del 2008.

La aplicación del KNO_3 se realizó con una bomba aspersora motorizada (Marca Swissmex) con capacidad de 25 litros.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas en ambos experimentos fueron: época e intensidad de floración, época de cosecha, rendimiento y calidad del fruto. La época de floración se evaluó contabilizando los días transcurridos desde la primera aplicación de KNO_3 hasta el inicio de la floración (10 % de floración en la copa del árbol); la intensidad de floración se evaluó registrando semanalmente desde la primera aplicación de KNO_3 hasta la floración completa, el porcentaje de inflorescencias que cubrían la copa del árbol.

Para evaluar el rendimiento, al momento de la cosecha, se contabilizó el número y kilogramos de fruto por árbol; para ello se utilizó una báscula marca Ohaus con capacidad de 150 kg. La época de cosecha se evaluó contabilizando los días transcurridos desde la primera aplicación de KNO_3 hasta el inicio de la cosecha.

Para la calidad del fruto se evaluaron los parámetros siguientes: tamaño (longitud y diámetro) y peso individual del fruto. Para ello se tomó una muestra aleatoria de cinco frutos por árbol tratado y se midió la longitud y diámetro de los mismos utilizando un vernier digital (Control Company); el peso de cada uno de los cinco frutos se registró con una báscula electrónica portátil de la marca Ohaus (Scott II) con capacidad de 1 kg.

Los datos de temperaturas (máximas y mínimas) y precipitación fueron tomados de la estación climática ubicada en el municipio de Tecuala (Anónimo, 2010), la cual pertenece a la Red Agroclimática de Nayarit.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con tres tratamientos y 20 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un árbol. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la varianza y comparaciones múltiples de medias de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. Se utilizó el programa SAS versión 9.1 (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del PBZ en la época e intensidad de floración

La floración obtenida en los árboles donde se aplicó el PBZ significó un adelanto de 37 (combinado) y 26 (PBZ solo) días con relación a los árboles testigo. Para el 2010, los resultados fueron similares, sólo que el adelanto fue menor, con 23 y 15 días al aplicar el PBZ combinado con el nitrato y sin combinar, respectivamente (Cuadro 1).

Los resultados, tanto de adelanto como intensidad de floración, coinciden con los obtenidos por otros autores (Winston, 1992; Ferrari y Sergent, 1996; Murti *et al.*, 2001; Cárdenas y Rojas, 2003; Singh y Bhattacharjee, 2005; Rodríguez *et al.*, 2007) aun cuando estos trabajos se realizaron en otros países y cultivares; coinciden con los obtenidos en México por Rebolledo *et al.* (2008) en el cultivar Manila al aplicar el PBZ combinado con nitrato, pero no con los obtenidos al aplicar PBZ solo, ya que no encontraron un efecto positivo en el adelanto e intensidad de la floración.

Algunos autores señalan que las condiciones inductivas para la diferenciación floral son 15/10 °C en el día y en la noche, respectivamente (Nuñez-Elisea y Davenport, 1991; Yeshitela *et al.*, 2004). Aunque en el cultivar Tommy Atkins se mencionan temperaturas menores o iguales a 20 °C para el estado de Nayarit (Pérez *et al.*, 2006). En este estudio las condiciones de temperatura que incidieron se muestran en las Figuras 1 y 2. Los resultados obtenidos indican que la aplicación de PBZ más que el KNO_3 probablemente compensó las condiciones no inductivas al bloquear quizá la síntesis de giberelinas, principal acción

CUADRO 1. Época de floración de árboles de mango cv. Manila con y sin la aplicación de estimulantes para la floración. Tecuala, Nayarit. 2009 y 2010.

Tratamiento	2009		2010		2009	2010
	Época de floración ^y	Adelanto (día) ^x	Época de floración ^y	Adelanto (días) ^x	Intensidad de floración (%)	
PBZ ^z	40	26	28	15	89.6 a ^w	98.1 a
PBZ + KNO_3	29	37	20	23	72.0 a	93.6 a
Testigo	66	-	43	-	50.6 b	64.4 b
DMS					33.8	16.4
CV					16.7	28.7

^z Dosis de 20 y 10 ml·árbol⁻¹ de PBZ (2009 y 2010, respectivamente) y 4 % de KNO_3 , en cada aplicación (3 aplicaciones).

^y Días después de la primera aplicación de KNO_3 .

^x Días de adelanto con respecto al testigo.

^w Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

DMS: Diferencia mínima significativa. CV. Coeficiente de variación.

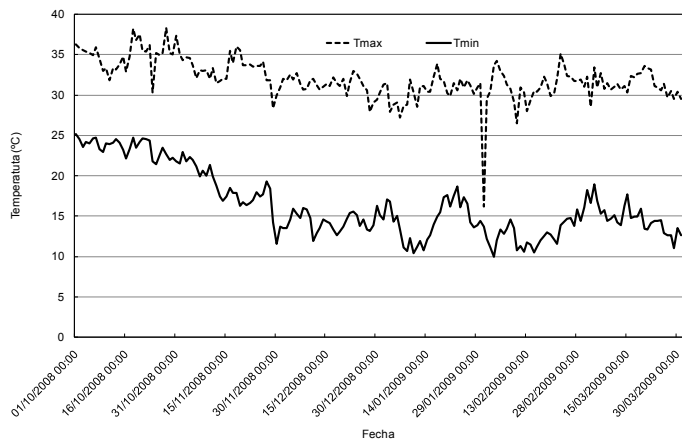


FIGURA 1. Temperaturas máximas y mínimas registradas; durante el período de octubre de 2008 a marzo de 2009 en Tecuala, Nayarit.

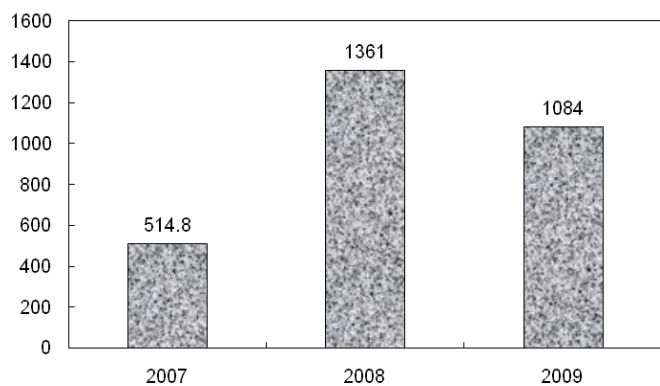


FIGURA 2. Precipitación anual (mm) registrada durante 2007, 2008 y 2009 en Tecuala, Nayarit.

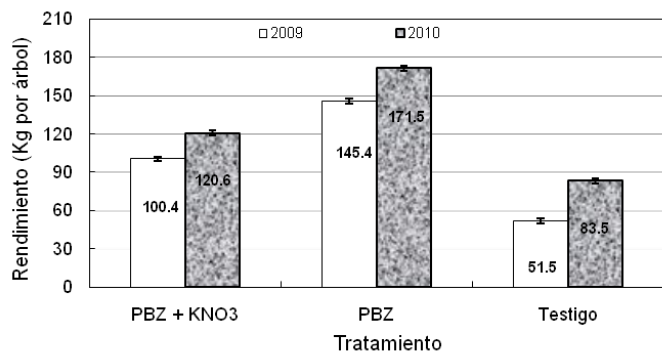


FIGURA 3. Producción obtenida en árboles de ‘Manila’ tratados con PBZ, PBZ + KNO₃ y testigo. Tecuala, Nay. 2009. Cada barra

CUADRO 2. Época de cosecha de árboles de mango cv. Manila con y sin la aplicación de estimulantes para la floración. Tecuala, Nayarit. 2009 y 2010.

Tratamiento	2009		2010	
	Época de cosecha ^z	Adelanto (Días) ^y	Época de cosecha ^z	Adelanto (Días) ^y
PBZ ^z	163	17	168	12
PBZ + KNO ₃	157	23	165	15
Testigo	180	-	180	-

^z Dosis de 20 y 10 ml·árbol⁻¹ de PBZ (2009 y 2010, respectivamente) y 4 % de KNO₃, en cada aplicación (3 aplicaciones)

^z Días después de la primera aplicación de KNO₃

^y Días de adelanto con respecto al control.

del producto, lográndose una floración excelente en los árboles tratados.

El adelanto obtenido en la cosecha en ambos años, corresponde al adelanto presentado en la floración; nuevamente se obtuvo una cosecha anticipada en mayor número de días en el primer ciclo, probablemente ocasionada por una mayor dosis de PBZ utilizada en ese ciclo (Cuadro 2).

Todos los árboles tratados con PBZ tuvieron una mayor producción de fruta que los no tratados, siendo inclusive mayor en aquellos en los que se aplicó el PBZ solo (Figura 3); lo cual indica que este producto por sí mismo fue capaz de adelantar la cosecha y aumentar el rendimiento en este cultivar; lo cual no coincide con los resultados obtenidos por Rebolledo *et al.* (2008) ya que ellos no encontraron respuesta al aplicar PBZ solo en el mismo cultivar de mango, aunque bajo las condiciones climáticas distintas de Veracruz.

Resultados similares en el incremento en rendimiento fueron encontrados en los cultivares Tommy Atkins (Medina-Urrutia, 1995; Cárdenas y Rojas, 2003), Kensington Pride (Winston, 1992) y Dashahari (Singh y Bhattacharjee, 2005).

Efecto del PBZ en la calidad del fruto

Los árboles tratados con PBZ produjeron frutos más grandes.

En 2010 los frutos de árboles asperjados con PBZ solo, tuvieron mayor peso (275.6 g). En ambos ciclos el testigo produjo frutos de menor peso (Cuadro 3). Respecto al diámetro, los frutos de los árboles no tratados tuvieron menor tamaño (5.1 cm). En el 2010 los árboles tratados con PBZ solo, produjeron los frutos de mayor tamaño (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

En los dos ciclos evaluados, el PBZ solo o combinado estimuló una floración abundante y cosecha adelantada de 15 a 23 días. De igual manera, se obtuvo un incremento en el rendimiento en más del 100 % en aquellos árboles tratados con PBZ solo o combinado. El peso individual y tamaño del fruto fue mejor en los tratamientos con PBZ.

Estos resultados demuestran que la aplicación de PBZ, aun sin la adición de KNO₃, asegura una floración y

CUADRO 3. Características del fruto de árboles de 'Manila' con PBZ, PBZ + KNO₃ y sin aplicación (testigo). Tecuala, Nayarit. 2009. Valores promedio de cinco frutos por repetición.

Tratamiento	Peso (g)		Longitud (cm)		Diámetro (cm)	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
PBZ ^z	229.6 a ^y	275.6 a	11.4 a	11.9 a	6.6 a	7.2 a
PBZ + KNO ₃	210.6 ab	181.9 c	11.3 a	10.4 b	6.6 a	5.9 b
Testigo	185.8 b	223.7 b	11.1 a	10.8 b	5.1 b	6.0 b
DMS	33.5	18.95	1.08	0.56	1.12	0.43
CV	11.67	13.28	3.66	11.73	4.93	11.29

^z Dosis de 20 y 10 ml·árbol⁻¹ de PBZ (2009 y 2010, respectivamente) y 4 % de KNO₃, en cada aplicación (tres aplicaciones)

^y Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P≤0.05.

DMS: Diferencia mínima significativa. CV. Coeficiente de variación.

cosecha adecuada pese a que no se presenten condiciones inductivas a la floración, por lo que sería posible prescindir de la aplicación del nitrato.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Empresa CITROFRUT, S. A. DE C. V., el apoyo financiero otorgado para la realización del presente trabajo bajo el proyecto de investigación con clave 2557035 A.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO, 2010. Red de estaciones agroclimáticas del estado de Nayarit. www.climanayarit.gob.mx.
- BEROVA, M.; ZLATEV, Z. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants. *Plant Growth Regulation* 30: 117-123.
- CÁRDENAS, K.; ROJAS, E. 2003. Efecto del paclobutrazol y nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango 'Tommy Atkins'. *BioAgro* 15(2): 83-90.
- FERRARI F., D.; SERGENT A., E. 1996. Promoción de la floración y fructificación en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden, con paclobutrazol. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 22: 9-17
- MEDINA-URRUTIA, V. M. 1995. Effect of paclobutrazol and severe pruning on mango trees cv Tommy Atkins at high densities. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 108: 364-368.
- MURTI, G. S. R.; UPRETI, K. K.; KURIAN, R. M.; REDDY, Y. T. N. 2001. Paclobutrazol modifies tree vigour and flowering in mango cv. Alphonso. *Indian Journal of Plant Physiology* 6(4): 355-360.
- NUÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. 1991. Flowering of 'Keitt' mango in response to deblossoming and gibberellic acid. *Horticultural Science* 6: 140-141.
- PÉREZ B., M. H.; VÁZQUEZ V., V.; SALAZAR G., S. 2006. Defoliación de brotes apicales y su efecto en la diferenciación floral del mango Tommy Atkins. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(4): 197-202.
- REBOLLEDO M., A.; DEL ANGEL P., A. L.; REY M., J. 2008. Effect of paclobutrazol and KNO₃ over flowering and fruit quality in two cultivars of mango Manila. *Interciencia* 33(7): 518-522.
- RODRÍGUEZ, K.; ARANGUREN, M.; FARRÉS E. 2007. Efecto del paclobutrazol en el desarrollo vegetativo e inicio de la floración en dos cultivares de mango (*Mangifera indica* L.). *Memorias del II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical*. La Habana, Cuba. s/p.
- SAGARPA. 2008. Evaluación de programas de exportación en mango. Dirección General de Sanidad Vegetal. Documento de trabajo 7 p.
- SAGARPA-CESAVENAY. 2009. Superficie de mango, volumen de producción y rendimiento promedio por municipio y variedad. Subdelegación Agropecuaria. Programa de Fomento Agrícola y Programa de Sanidad Vegetal. Delegación Estatal en Nayarit. Documento de trabajo. 10 p.
- SAS INSTITUTE INC. 2003. SAS/STAT User's Guide. (Release 9.1). Cary, NC, USA. SAS Inst.Inc.
- SINGH, V. K.; BHATTACHERJEE, A. K. 2005. Genotypic response of mango yield to persistence of paclobutrazol in soil. *Scientia Horticulturae* 106(1): 53-59
- WINSTON, E. C. 1992. Evaluation of paclobutrazol on growth, flowering and yield of mango cv. Kensington Pride. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32(1): 97-104.
- YESHITELA, I.; ROBERTSE P. J.; STASSEN P. J. C. 2004. Effects of various inductive periods and chemicals on flowering and vegetative growth of 'Tommy Atkins' and 'Keitt' mango (*Mangifera indica*) cultivars. *Journal of Crop and Horticultural Science* 32: 209-215