

## DOSIS Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA FLORACIÓN Y COSECHA DEL MANGO 'ATAULFO'

### DOSES AND APPLICATION TIME OF GIBBERELIC ACID ON FLOWERING AND HARVEST OF MANGO 'ATAULFO'

Víctor Vázquez Valdivia\* y María Hilda Pérez Barraza

Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo. Postal 100. 63300, Santiago Ixcuintla, Nay., México. Tel: 01 (323) 235-2031 Ext.14; Fax: 01 (323) 235--0710.

\* Autor para correspondencia (vazquezv.victor@inifap.gob.mx)

#### RESUMEN

Un problema importante en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en Nayarit, México, es la estacionalidad de la cosecha. Una opción para resolverlo es adelantar o retrasar la floración. Para el cv. 'Ataulfo' es más conveniente retrasarla, ya que permitiría obtener la cosecha cuando la producción en otras zonas del país ya terminó. El objetivo fue evaluar el efecto de la dosis, época y número de aplicaciones de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), en la floración, época de cosecha y rendimiento del mango 'Ataulfo'. El trabajo se desarrolló en una huerta comercial con árboles de 12 años, los cuales fueron asperjados con AG<sub>3</sub> (0, 50 y 100 mg L<sup>-1</sup>) en aplicaciones simples o dobles durante noviembre y diciembre (prefloración), por dos años consecutivos. Los árboles tratados con AG<sub>3</sub> presentaron dos floraciones (enero-marzo y abril-mayo) y dos cosechas (junio y julio), mientras que los del testigo sólo una floración (enero-marzo) y una cosecha (junio). La presencia de panículas mixtas fue detectada únicamente en árboles tratados con AG<sub>3</sub> con intensidad máxima de 16 %. El retraso de la floración y la cosecha en árboles tratados fue de 90 y 42 d, respectivamente. El rendimiento no fue afectado por la aplicación del AG<sub>3</sub>.

**Palabras clave:** *Mangifera indica*, manipulación de floración, retraso de cosecha, giberelinas.

#### SUMMARY

In Nayarit, México, one of the most important problem in mango (*Mangifera indica* L.) is the concentration of the harvesting time. An alternative to overcome this problem is to change the flowering time, either by early or delayed flowering. At Nayarit, for cv. 'Ataulfo' should be better to delay flowering in order to have mango production when other regions of the country are not producing. The objective of this study was to evaluate the effect of canopy spray of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>), on flowering, harvesting date and yield of mango 'Ataulfo'. Twelve years old 'Ataulfo' mango trees with similar vigor were sprayed before flowering with single or double GA<sub>3</sub> applications at three different doses (0, 50 y 100 mg L<sup>-1</sup>), for two consecutive years. GA<sub>3</sub> treated trees had two flowering dates (January to March and April to May) and two harvesting dates (June and July) while control trees only showed one flowering date (January to March) and one harvesting date (June). Mixed panicles ( $\leq 16$  %) were detected in

GA<sub>3</sub> treated trees, while the control trees had none. The delay in flowering and harvesting dates was 90 and 42 d respectively. Fruit yield was not affected by GA<sub>3</sub> applications.

**Index words:** *Mangifera indica* L., flowering manipulation, delay of harvesting, gibberellins.

#### INTRODUCCIÓN

México es el cuarto productor más importante de mango en el mundo (*Mangifera indica* L.) con 173 000 ha, superado sólo por India, China y Tailandia. México también es el principal exportador (FAOSTAT, 2005). En Nayarit, México, es el frutal más importante con una superficie de 20 814 ha, de las cuales 34 % corresponden a 'Ataulfo', 25 % a 'Tommy Atkins', 9 % a 'Kent', 7 % a 'Manila', 6 % a 'Haden', 5 % a 'Keitt', y el resto corresponde a otros cultivares menos importantes (SAGARPA, 2005).

Durante muchos años, los principales cultivares de mango para exportación fueron 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent' y 'Keitt' (Paulín, 2000), todos ellos procedentes de Florida, EE. UU., pero en los últimos años el cv. 'Ataulfo', de origen mexicano, ha ingresado a los mercados internacionales con gran aceptación y cuenta permanentemente con un sobreprecio (Paulín, 2000), lo que ha originado que la superficie plantada con este cultivar haya aumentado en más de 300 % en los últimos cinco años (SAGARPA, 2005).

La estacionalidad de la cosecha es uno de los problemas más importantes que presenta el cultivo del mango, ya que al concentrarse en un periodo relativamente corto (junio-julio), el exceso de oferta satura el mercado y el precio se desploma. Una opción para solucionar este problema

podría ser la ampliación de la época de cosecha mediante la manipulación de la floración, ya sea adelantándola o retrasándola. En muchas zonas productoras de mango, se ha generado tecnología para adelantar la cosecha (Nartvaranant *et al.*, 2000; Machado y Reboucas, 2000). En Nayarit, a partir de 1992 se hicieron investigaciones destinadas a estimular la floración temprana y adelantar la cosecha de diversos cultivares de mango. Los resultados plantearon la posibilidad de adelantar la cosecha en los mangos 'Manila' y 'Ataulfo' en 45 y 22 d, respectivamente, con aplicaciones de nitrato de amonio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) a 2 %; para el mango 'Haden' las aplicaciones en otoño de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) a 4 % han permitido adelantar la cosecha en 30 d (Salazar *et al.*, 2000).

En México aún no hay trabajos de investigación en los que se apliquen reguladores del crecimiento para retrasar floración y cosecha de mango, por lo que este es el primer ensayo que se hace con este fin. Las giberelinas son reguladores del crecimiento que afectan la floración y pueden inhibir la iniciación floral en la mayoría de frutales (Weaver, 1984), como en mango (Rajput y Singh, 1989; Kulkarni, 2004). También pueden estimular el crecimiento vegetativo en aguacate (*Persea americana* Miller) (Salazar y Lovatt, 2000) y mango (Sánchez *et al.*, 2004). La respuesta de las yemas apicales de mango está en función del estado de desarrollo de la yema y de la dosis y época de aplicación de las giberelinas. En mango 'Dashehari', la aplicación de AG<sub>3</sub> (10<sup>-1</sup> y 10<sup>-2</sup> mg L<sup>-1</sup>) en yemas apicales antes de la iniciación floral estimuló en 75 % el crecimiento vegetativo de los brotes tratados; sin embargo, una vez que la yema estaba diferenciada la aplicación no inhibió la floración (Kachru *et al.*, 1972). Turmbull *et al.* (1996) reportaron retraso de hasta cuatro semanas en la floración de árboles de mango al aplicar las giberelinas en invierno.

Según Tomer (1984), la aplicación de 200 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> a yemas en reposo, estimuló el crecimiento vegetativo tardío en brotes de mango, mientras que concentraciones de 25 y 50 mg L<sup>-1</sup> provocaron brotación temprana y crecimiento reproductivo. Por su parte, Núñez y Davenport (1991) encontraron que 250 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> causaron retraso en la iniciación floral pero no inhibieron la producción de inflorescencias en yemas axilares de mango. Oosthuysen (1995) aplicó 100 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> a árboles de mango 'Sensation', 'Tommy Atkins', 'Heidi', 'Kent', 'Zill' y 'Keitt', a intervalos de 14 d (de abril a agosto), y encontró que el número de inflorescencias y el desarrollo de las mismas varió entre épocas de aplicación y cultivares; las aplicaciones a finales de julio y principios de agosto acompañadas de poda, inhibieron la floración en todos los cultivares.

El efecto del AG<sub>3</sub> en la iniciación floral del mango depende también de las condiciones climáticas en las que se lleva a cabo la diferenciación floral. Parece ser que el AG<sub>3</sub> retrasa la iniciación de primordios florales en yemas que se desarrollan en condiciones que promueven floración. Por ejemplo, el ácido giberélico (10, 50 y 250 mg L<sup>-1</sup>) asperjado al follaje en una sola aplicación, no inhibió la floración de los cvs. 'Tommy Atkins' y 'Keitt' cuando éstos crecieron con temperaturas frías (18 °/10 °C), sino solamente la retrasó; por el contrario, con temperaturas cálidas (cerca a 30 °C) el AG<sub>3</sub> inhibió la floración (Núñez y Davenport, 1994)<sup>1</sup>.

En Nayarit se investigó el momento en que las yemas apicales del mango 'Tommy Atkins' cambian de vegetativas a reproductivas, lo que permitió conocer en forma detallada el proceso de floración de este cultivar y aplicar labores culturales en el momento oportuno para manipular floración (Pérez *et al.*, 2003)<sup>2</sup>. También se evaluó la aplicación de AG<sub>3</sub> inmediatamente después de la cosecha para modificar el crecimiento vegetativo del mango 'Tommy Atkins' (Vázquez y Pérez, 2004)<sup>3</sup>, y la información generada sirvió para determinar la época de aplicación y las dosis a evaluar en el cultivar 'Ataulfo'.

El objetivo de este trabajo fue conocer el efecto de la dosis, época y número de aplicaciones de AG<sub>3</sub> en la floración, época de cosecha y rendimiento del mango 'Ataulfo'.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante 2001-2003 en la localidad de Atonalisco (21° 42' LN y 104° 51' LO) municipio de Tepic, Nayarit, a 270 m de altitud, con 1500 mm de precipitación anual distribuida de junio a septiembre, y temperatura media anual de 21 °C. Se llevó a cabo en un huerto comercial de mango 'Ataulfo' de 12 años con vigor uniforme, establecidos a 10x10 m en marco real, y cultivado en condiciones de riego. Los árboles fueron injertados sobre portainjertos poliembriónicos procedentes de semilla criolla regional. Un aspecto que se consideró al elegir el huerto, fue que los árboles tuvieran sus copas

<sup>1</sup> Núñez R, T L Davenport (1994) Effects of exogenous GA<sub>3</sub> and temperature on mango inflorescence formation. Proc. 21st Annual Meeting of Plant Growth Regulation Soc. of Amer. pp: 60-61.

<sup>2</sup> Pérez M H, V Vázquez, S Salazar (2003) Desarrollo de la yema floral en mango (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins' bajo condiciones tropicales en Nayarit. In: Memoria del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH. Chapingo, México. p 298.

<sup>3</sup> Vázquez V, M H Pérez (2004) Evaluación de técnicas para manipular crecimiento vegetativo y floración en mango 'Tommy Atkins'. In: Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. 19-24 de Septiembre 2004. Toluca, México. pp: 78.

separadas para que se pudiera realizar correctamente las aspersiones al follaje.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos para el primer año (ciclo 2001-2002) y siete para el segundo año (ciclo 2002-2003), con seis repeticiones; un árbol por repetición. Los tratamientos (Cuadros 1 y 2) fueron: tres dosis de AG<sub>3</sub> (0, 50 y 100 mg L<sup>-1</sup>), dos fechas de aplicación (noviembre y diciembre) y número de aplicaciones (1 y 2).

Las aspersiones se hicieron por la mañana, de 7 a 9 h, con bomba motorizada de mochila de 20 L hasta que los árboles estuvieron a punto de goteo. Como fuente de ácido giberélico se utilizó Pro-gibb® a 4 %; como surfactante y adherente se usó Tritón X-100® a razón de 1 ml L<sup>-1</sup> de solución. A cada nivel de ácido giberélico se le adicionó urea desbiuretizada (46 % N) en dosis de 1 %. Las variables fueron intensidad de floración (%) que se registró semanalmente, y de ella se obtuvo la época de floración (inicio-término). La cosecha se hizo cuando la mayoría de los frutos alcanzaron madurez fisiológica; una vez cortados, los frutos se colocaron en cajas de plástico y se pesaron en una báscula digital de plataforma marca OHAUS Modelo DS 20 L con capacidad de 100 kg. El rendimiento de cada árbol se registró por separado. La intensidad de floración se evaluó con una escala de 0 al 10, en donde: 0 = sin flores, 1 = 1 a 10 % de la copa cubierta con flores, 2 = 11 a 20 %, 3 = 21 a 30 %, 4 = 31-40 %, 5 = 41-50 %, 6 = 51-60 %, 7 = 61-70 %, 8 = 71-80 %, 9 = 81-90 % y 10 = 91-100 %; en cada árbol se realizaron dos evaluaciones, en dirección norte y sur; de estas dos observaciones se obtuvo el promedio.

Al momento de la aplicación la mayoría de las yemas estaban hinchadas y puntiagudas, con separación de escamas (estadio 3) en el primer año de evaluación, mientras que para el segundo año la mayoría iniciaban la separación de escamas y senescencia parcial de las mismas, considerado por Pérez *et al.* (2003)<sup>2</sup> como estadio 2. El manejo del huerto fue el siguiente: se fertilizó dos veces por año, una al inicio del temporal, y la otra durante el crecimiento del fruto, al aplicar en cada fecha 2 kg de la fórmula 17 N

-17 P -17 K. El manejo sanitario consistió en controlar la maleza con maquinaria y aplicaciones de insecticidas y acaricidas (Malatión 1.5 mL L<sup>-1</sup> y Metidatión 1.5 mL L<sup>-1</sup>) y fungicidas (Benomilo 0.5 mL L<sup>-1</sup>, Captán 2.0 g L<sup>-1</sup> y Sulfato tribásico de cobre 3.0 g L<sup>-1</sup>), desde prefloración hasta un mes antes de cosecha.

El análisis estadístico se hizo mediante el paquete SAS (1989), y consistió en análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación simple o doble de 50 o 100 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> en noviembre o diciembre, mediante aspersiones al follaje, modificó la fenología de los árboles, particularmente la época de floración y cosecha. En ambos ciclos (2001-2002 y 2002-2003) los árboles tratados con ácido giberélico presentaron dos épocas de floración bien definidas, la primera en la época normal (enero-marzo), con plena floración en febrero, y la segunda en abril-mayo que correspondió a la floración retrasada. En los árboles testigo sólo hubo floración normal, que en el primer año tuvo intensidad de 10.0, mientras que en los árboles asperjados con AG<sub>3</sub> la intensidad fluctuó entre 6.3 y 9.0 (Cuadro 1).

En el segundo año, la floración normal de los árboles testigo fue de 9.7, mientras que en árboles asperjados con AG<sub>3</sub> la floración osciló entre 2.1 y 5.3 (Cuadro 2). Esto indica que la floración fue inhibida por la aplicación de AG<sub>3</sub> ya que los árboles tratados florecieron menos que el testigo, en ambos años y sobre todo en el segundo año (Cuadro 1 y 2). Estos resultados concuerdan con los de otros investigadores quienes han encontrado que la aplicación de ácido giberélico inhibe la floración en diversos cultivos de mango (Oosthuysen, 1995); sin embargo, la inhibición fue temporal porque florecieron posteriormente. Según Nuñez y Davenport (1994)<sup>1</sup>, las aplicaciones de AG<sub>3</sub> en condiciones inductivas no inhibe la floración sino sólo la retrasan; en este trabajo las aplicaciones se realizaron en otoño cuando se presentan condiciones que promueven floración.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de ácido giberélico en la floración y en el rendimiento de árboles de mango 'Ataulfo'. Ciclo 2001-2002.

Tratamiento		Floración normal <sup>†</sup> (enero-marzo)	Floración retrasada <sup>‡</sup> (abril -mayo)	Floración total <sup>†</sup>	Rendimiento por árbol (kg)
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Fecha de aplicación				
50	4 y 18 de diciembre	7.0 bc <sup>**</sup>	0.9 abc	7.9 a	246 a
50	4 de diciembre	8.4 ab	0.9 abc	9.3 a	279 a
50	18 de diciembre	9.0 a	0.3 bc	9.3 a	285 a
100	4 de diciembre	6.3 c	1.7 a	8.0 a	282 a
100	18 de diciembre	7.0 bc	1.3 ab	8.3 a	292 a
Testigo	Sin aplicación	10.0 a	0.0 c	10.0 a	255 a

<sup>†</sup>Escala 0 a 10 (0 = sin flores; 10 = 91 a 100 % de la copa cubierta con flores). <sup>\*\*</sup>Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05)

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de ácido giberélico en la floración de árboles de mango 'Ataulfo'. Ciclo 2002-2003.

Tratamiento		Floración norma <sup>1</sup> (enero-marzo)	Floración retrasada <sup>2</sup> (abril -mayo)	Floración total <sup>1</sup>	Floración mixta <sup>1</sup>
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Fecha de aplicación				
50	15 y 30 de noviembre	2.4 cd <sup>11</sup>	7.3 a	9.7 a	1.6 a
50	30 nov. y 15 dic.	2.6 cd	5.5 ab	8.1 a	0.5 bc
50	30 de noviembre	2.1 d	6.3 ab	8.4 a	0.9 b
50	15 de diciembre	5.3 b	2.3 c	7.6 a	0.3 c
100	30 de noviembre	3.3 bcd	5.4 b	8.7 a	0.4 bc
100	15 de diciembre	4.8 bc	3.1 c	7.9 a	0.2 c
Testigo	Sin aplicación	9.7 a	0.0 d	9.7 a	0.0 c

<sup>1</sup> Escala 0 a 10 (0 = sin flores; 10 a 91-100 % de la copa cubierta con flores). <sup>11</sup>Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

La segunda floración se presentó sólo en árboles tratados con AG<sub>3</sub>, y la intensidad en el primer año fue de 0.3 a 1.7; es decir, la floración retrasada fue escasa (Cuadro 1), lo que se atribuye a que las aplicaciones se realizaron tardíamente (diciembre), posiblemente cuando la mayoría de las yemas ya estaban diferenciadas, como señalaron Kachru *et al.* (1972). Para el segundo año, la floración retrasada fue de 2.3 hasta 7.3; todas las aplicaciones hechas en el mes de noviembre, con 50 ó 100 mg L<sup>-1</sup> en una o dos aplicaciones, alcanzaron valores de más de 5.0, mientras que en los tratamientos aplicados en diciembre (una aplicación), el porcentaje de floración retrasada fue menor de 5.0 (Cuadro 2).

Los resultados del primer año mostraron la factibilidad de retrasar la floración. Por ello, para el segundo año se incluyeron aplicaciones más tempranas (noviembre). El hecho de que sólo un fracción de la floración haya sido retrasada y no la totalidad, se debe a que en los árboles de mango adultos los flujos de crecimiento vegetativo son heterogéneos y, por tanto, las yemas tienen diferentes etapas de desarrollo, de modo que sólo las más desarrolladas no pudieron ser inhibidas. Las flores que se presentaron en la época normal de floración en los árboles tratados con AG<sub>3</sub>, posiblemente provinieron de los brotes que al momento de la aplicación ya tenían yemas diferenciadas y no se pudo inhibir el proceso; mientras que en las que se retrasaron aún no habían alcanzado este estado y al aplicar el AG<sub>3</sub> la floración se retrasó.

En este caso la aplicación de AG<sub>3</sub> no promovió crecimiento vegetativo, como se había señalado para mango (Tomer, 1984), pero la respuesta depende en gran medida de la dosis, época de aplicación y del estado de desarrollo de la yema. En este trabajo se utilizaron dosis bajas (50 a 100 mg L<sup>-1</sup> AG<sub>3</sub>), y en el segundo año de evaluación se aplicaron durante el periodo en que la mayoría de las yemas aún no estaban diferenciadas, con base en trabajos previos realizados con el cv. 'Tommy Atkins' en Nayarit (Pérez *et al.*, 2003)<sup>2</sup>. Cabe indicar que en Nayarit los cultivares 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo' tienen periodo de floración similar.

La floración total en el primer año fue de 7.9 a 9.3 en árboles tratados con ácido giberélico, y en los árboles testigo fue de 10.0; para el segundo año el testigo floreció en 9.7 y en los árboles tratados varió de 7.6 a 9.7 y no fue afectada por la aplicación de AG<sub>3</sub> puesto que no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadros 1 y 2). En los árboles tratados con AG<sub>3</sub> se detectó la presencia de inflorescencias mixtas (inflorescencias con hojas), las cuales fueron evaluadas sólo en el segundo ciclo. El valor que alcanzaron este tipo de inflorescencias varió de 0.2 a 1.6, y el mayor correspondió a 50 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> aplicado el 15 y 30 de noviembre. Este tipo de inflorescencias no fue observado en los árboles testigos (Cuadro 2). De acuerdo a lo indicado por Nuñez y Davenport (1994)<sup>1</sup>, las inflorescencias mixtas se presentan cuando durante la formación de la flor inciden factores que promueven el crecimiento vegetativo.

Un aspecto importante detectado en el segundo año de evaluación, fue que los tratamientos con menos floración en la época normal presentan la tendencia a tener más floración retrasada, lo que indica que a mayor inhibición de la floración en la época normal mayor es la intensidad de la floración retrasada, lo cual está directamente relacionado con las aplicaciones hechas en noviembre (Cuadro 2). El que las aplicaciones tempranas de AG<sub>3</sub> hayan sido más efectivas en retrasar floración y cosecha que las tardías, se atribuye a que en estas últimas la mayoría de las yemas ya estaban diferenciadas (Pérez *et al.*, 2003)<sup>2</sup>, etapa que no es reversible y por lo que en ese estado la floración no puede ser inhibida (Kachru *et al.*, 1972). Por el contrario, en la aplicación temprana probablemente un mayor porcentaje de yemas aún no estaban diferenciadas y fueron las que se retrasaron y florecieron tardíamente. En este trabajo no se realizaron cortes anatómicos para conocer el estado de desarrollo de las yemas y relacionarlo con la respuesta.

La floración se retrasó por más de 90 d. Anteriormente, Turbull *et al.* (1996) habían obtenido retraso de hasta cuatro semanas en mango tratado con giberelinas durante el invierno. En este trabajo la aplicación se hizo en otoño, en otro cultivar y en condiciones climáticas diferentes, factores que debieron afectar la respuesta, como lo propuso

Oosthuysen (1995). La aplicación de AG<sub>3</sub> afectó la época de producción de fruto. En el primer año, en el que hubo poca floración retrasada, no se considero viable continuar el trabajo hasta que los frutos procedentes de esta floración llegaran a madurez fisiológica; por tal motivo, todos los frutos se cosecharon en junio (época normal de cosecha). Sin embargo, en ese momento los frutos procedentes de la floración retrasada tenían de 2/3 a 3/4 partes de su desarrollo (no evaluado). Aun así, el rendimiento no fue afectado por la aplicación de AG<sub>3</sub> ya que no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 1).

Para el segundo ciclo, los árboles tratados tuvieron dos épocas de cosecha, una en junio y otra en julio, con 42 d de diferencia entre ellas. En la primera época de cosecha (normal) el testigo produjo 191.6 kg por árbol, y con eso superó ampliamente a todos los tratamientos (Cuadro 3). Los árboles tratados con AG<sub>3</sub> produjeron entre 37.6 y 159.2 kg. El tratamiento con menor rendimiento en la época normal de cosecha fue el de 50 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> aplicado el 15 y 30 de noviembre, con 37.6 kg por árbol. En la segunda cosecha la mayor producción se obtuvo en los árboles con dos aplicaciones de 50 mg L<sup>-1</sup> AG<sub>3</sub>, y aún cuando son iguales estadísticamente con el tratamiento del 30 de noviembre con una aplicación y la misma dosis, le supera en 61.6 kg, lo que equivale a más de 6 t ha<sup>-1</sup>. El menor rendimiento fue con 50 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> aplicado el 15 de diciembre con 95.0 kg, que fue estadísticamente igual al de 100 mg L<sup>-1</sup> aplicado el 30 de noviembre o 15 de diciembre.

La cosecha retrasada produjo un rendimiento que osciló de 95.0 a 229.6 kg por árbol (Cuadro 3), lo que indica que con AG<sub>3</sub> asperjado al follaje se puede retrasar de 37 a 86 % la cosecha del mango 'Ataulfo' por más de 40 d. Este retraso se traduce en precios más altos al comercializar la fruta e incremento en la rentabilidad, de 200 a 300 %.

Tres tratamientos que tuvieron los rendimientos más bajos en la cosecha normal, fueron los que dieron los rendimientos más altos en la cosecha retrasada. Esta segunda cosecha proviene de inflorescencias producidas en mayo (floración retrasada), cuando las temperaturas máximas superan los 30 °C; esto demuestra que las altas temperaturas presentadas en esa época no afectaron la polinización, fecundación y formación del fruto, en las condiciones ambientales de Nayarit. Las temperaturas que se presentaron durante los meses de los dos ciclos de evaluación se muestran en la Figura 1.

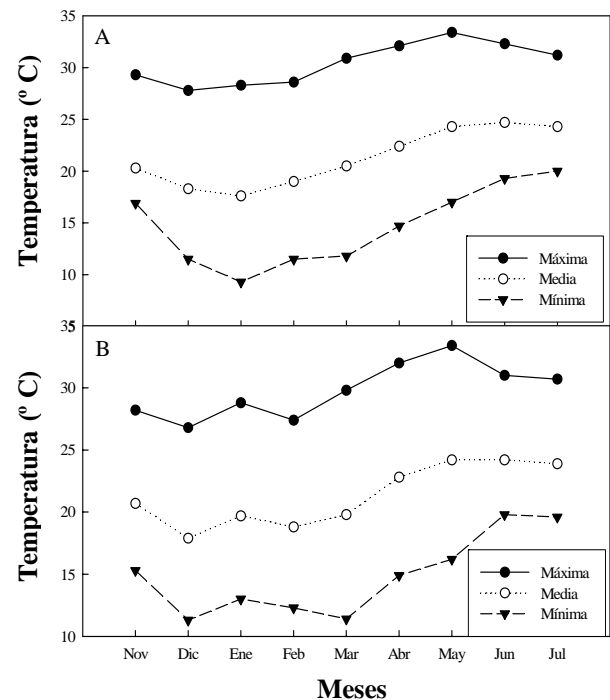


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales durante los meses de evaluación 2001-2002 (A) y 2002-2003 (B) en Atonalisco, Nayarit

## CONCLUSIONES

Árboles tratados con ácido giberélico tuvieron dos épocas de floración bien definidas (enero-marzo y abril-mayo), mientras que los árboles testigo sólo tuvieron una (enero-marzo). La primera floración en los árboles tratados con AG<sub>3</sub> fue de 63 a 90 % para el primer año, y de 21 a 53 % para el segundo; en los testigos los valores fueron de 100 y 97 %, respectivamente. La segunda floración en árboles tratados con AG<sub>3</sub>, tuvo una intensidad que osciló entre 3 y 17 % y entre 23 y 73 % para el primero y segundo ciclos. Árboles tratados con ácido giberélico tuvieron dos épocas de cosecha (junio y julio), mientras que los árboles testigo sólo tuvieron una (junio). El rendimiento total por árbol no fue afectado por la aplicación del ácido giberélico. El mejor tratamiento para retrasar floración (90 d) y cosecha (42 d) fue el de dos aplicaciones de AG<sub>3</sub> de 50 mg L<sup>-1</sup>, realizadas el 15 y 30 de noviembre.

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Nayarit A.C. por el financiamiento otorgado. También al Ing. Everardo Castañeda Macías, por su apoyo y por dar la oportunidad de desarrollar el trabajo en su huerto.

Cuadro 3. Efecto del ácido giberélico en el rendimiento por árbol (kg) en mango 'Ataulfo'. Ciclo 2002-2003.

AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Tratamiento Fecha de aplicación	Cosecha normal (junio)	Cosecha retrasada (julio)	Rendimiento total (junio + julio)
50	15 y 30 de noviembre	37.6 d <sup>†</sup>	229.6 a	267.2 a
50	30 nov. y 15 dic.	59.2 cd	201.6 ab	260.8 a
50	30 de noviembre	45.2 cd	168.0 abc	213.2 a
50	15 de diciembre.	159.2 ab	95.0 d	254.2 a
100	30 de noviembre	95.4 bcd	151.2 bcd	246.6 a
100	15 de diciembre	116.6 bc	117.6 cd	234.2 a
Testigo	Sin aplicación	191.6 a	0.0 e	191.2 a

<sup>†</sup> Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

### BIBLIOGRAFÍA

- FAOSTAT (2005)** FAO Statistical databases. Actualized to 14 July 2005. <http://faostat.fao.org/>.
- Kachru R B, R N Singh, E K Chacko (1972)** Inhibition of flowering in *Mangifera indica* L. by gibberellic acid. Acta Hort. 24:206-209.
- Kulkarni V J (2004)** The tri-factor hypothesis of flowerig in mango. Acta Hort. 645:61-70.
- Machado E, Reboucas A (2000)** Effect of different intervals of potassium nitrate spraying on flowering and production mango trees (*Mangifera indica*) cv. Tommy Atkins. Acta Hort. 509:581-586.
- Nartvaranant P, S Subhadrabandhu, P Tongumpai (2000)** Practical aspect in producing off-season mango in Thailand. Acta Hort. 509:661-668.
- Nuñez R, T L Davenport (1991)** Flowering of 'Keitt' mango in response to deblossoming and gibberellic acid. Hortscience 6:140-141.
- Oosthuysen S A (1995)** Effect of aqueous application of GA<sub>3</sub> on flowering of mango trees: Why in certain instances is flowering prevented and in other flowering is only delayed? South African Mango Growers Assoc. Ybk. 5:21-25.
- Paulín N T (2000)** La exportación del mango y sus características por variedades. EMEX, A.C. II Simposium Latinoamericano del Mango. 5-8 de junio del 2000. Mazatlán, Sinaloa. pp:4-8.
- Rajput C B S, J N Singh (1989)** Effect of urea and GA<sub>3</sub> sprays on the growth flowering and fruiting characters of mango. Acta Hort. 231:301-305.
- SAGARPA (2005)** Programa de producción del cultivo del mango, por variedad en el año 2005. Subdelegación Agropecuaria, Programa de Fomento Agrícola y Programa de Sanidad Vegetal, Delegación Nayarit.
- Salazar S, C J Lovatt (2000)** Use of GA<sub>3</sub> to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:25-30.
- Salazar S, M H Pérez, V Vázquez (2000)** Effect of ammonium nitrate spray on flowering and harvest time of 'Manila', 'Ataulfo', and 'Tommy Atkins' mango in Nayarit Mexico. Acta Hort. 509:573-580.
- Sánchez E, F Cabrera, I Padilla, J A Samaniego, R Aboyfía (2004)** Gibberellic acid effect on sprouting and nutritional balance of young trees of 'Keitt' mango at the Mayo Valley, Sonora. Acta Hort. 645:447-452.
- SAS Institute Inc. (1989)** SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4th. ed. Vols. 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, N. C., USA.
- Tomer E, (1984)** Inhibition of flowering in mango by gibberellic acid. Sci. Hort. 24:299-303.
- Turnbull C G N, K L Anderson, E C Winston (1996)** Influence of gibberellin treatment on flowering and fruiting patterns in mango. Austral. J. Exp. Agric. 38:603-611.
- Weaver R J (1984)** Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed. Trillas. México, D. F. 622 p.