

NOTA CIENTÍFICA

USO DE GIBERELINAS PARA MODIFICAR CRECIMIENTO VEGETATIVO Y FLORACIÓN EN MANGO 'TOMMY ATKINS' Y 'ATAULFO'

M. H. Pérez-Barraza¹; V. Vázquez-Valdivia;
J. A. Osuna-García

Campo Experimental Santiago Ixcuintla, INIFAP.
Km 6 Carretera Internacional a Santiago. Santiago Ixcuintla, Nayarit, C. P. 63300.
México. Correo-e: perez.mariahilda@inifap.gob.mx (*Autor responsable)

RESUMEN

La concentración de cosecha afecta la comercialización del mango en Nayarit al ocasionar un desplome del precio en la época normal de producción. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de giberelinas sobre el crecimiento vegetativo y la floración del mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo'. Se realizaron dos experimentos, uno en el cultivar 'Tommy Atkins' y otro en 'Ataulfo'. Se evaluaron aplicaciones de 25 y 50 mg·litro⁻¹ de giberelinas y cinco fechas de aplicación (15 de septiembre, 15 de octubre, 15 de noviembre, 15 de diciembre y 15 de enero en 1999 y 2000) más un testigo (sin aplicación). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones, evaluándose la respuesta en términos de crecimiento vegetativo y floración. En 'Tommy Atkins', las aplicaciones tempranas (15 de septiembre) de 25 y 50 mg·litro⁻¹ de AG₃ inhibieron en 63 y 76 %, respectivamente la floración en la época normal. En 'Ataulfo', las dosis de 25 y 50 mg·litro⁻¹ inhibieron la floración normal en todas las fechas de aplicación hasta en un 88.3 y 94 %, respectivamente a excepción del 15 de enero. La dosis de 50 mg·litro⁻¹ fue más severa en inhibir la floración, en ambos cultivares. La aplicación tardía (15 de enero) adelantó la floración de nueve a 10 días en 'Ataulfo' y 12 en 'Tommy Atkins'. En ambos cultivares, los brotes que estaban en crecimiento vegetativo o inactivo presentaron una floración retrasada de cuatro a cinco semanas en 'Tommy Atkins' y de seis hasta nueve en 'Ataulfo'.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES. *Mangifera indica* L., brotes vegetativo, inactivos, inflorescencias, época de floración.

USE OF GIBBERELLINS TO MODIFY VEGETATIVE GROWTH AND FLOWERING OF 'TOMMY ATKINS' AND 'ATAULFO' MANGOS

ABSTRACT

Concentration of harvest during the normal season affects mango commercialization in Nayarit, since it makes the prices drop. The objective was to evaluate the effect of gibberellins (AG₃) on 'Tommy Atkins' and 'Ataulfo' vegetative growth and flowering. Two experiments were set, one in 'Tommy Atkins' and other in 'Ataulfo'. Two dosages of gibberellins (25 and 50 mg·liter⁻¹) were evaluated as well as five application dates (September 15, October 15, November 15, December 15 and January 15) considering a control without application. A completely randomized design with six replications was used. The main variables were vegetative growth and flowering. In 'Tommy Atkins', the earliest application (September 15) of 25 and 50 mg·liter⁻¹ of AG₃ inhibited normal flowering (63 and 76 %, respectively). In 'Ataulfo', both dosages inhibited up to 88.3 and 94 % normal flowering in all application dates, except for January application. The 50 mg·liter⁻¹ (AG₃) dosage was more severe in inhibiting flowering in both cultivars. However, the latest application (January 15) promoted flowering nine to 10 days in 'Ataulfo' and 12 in 'Tommy Atkins'. In both cultivars, the shoots that were in vegetative or inactive growth, showed a delayed flowering from four to five weeks in 'Tommy Atkins' and six to nine in 'Ataulfo'.

ADDITIONAL KEY WORDS. *Mangifera indica* L., vegetative shoot, inactive, inflorescence, flowering time.

INTRODUCCIÓN

En Nayarit México, la concentración de la cosecha de mango afecta su comercialización ocasionando un desplome del precio. Para obtener un mejor precio en la comerciali-

zación de la fruta es necesario producir fuera de la época normal, una alternativa es manipular la época de floración; para ello, se han evaluado diferentes técnicas como la aplicación de nitratos, paclobutrazol, uniconazol y reguladores del crecimiento como etrel y giberelinas entre otras.

Diversos estudios han mostrado que las giberelinas (GA's) inhiben la iniciación floral en los frutales incluyendo al mango (Sach y Hacket, 1983; Rajput y Singh, 1989; Das *et al.*, 1989; Davenport, 1990; Galán-Saúco, 1990; Sedgley, 1990), otro efecto es que estimulan el crecimiento vegetativo (Salazar-García, 1997; Sánchez *et al.*, 2004).

La respuesta de las yemas apicales de mango a la aplicación exógena de giberelinas está influenciada por el estado de desarrollo de la yema, dosis y la época de aplicación. En mango 'Dashedari', la aplicación de AG₃ (10⁻¹ y 10⁻² mg·litro⁻¹) a yemas apicales antes de la iniciación floral estimuló el crecimiento vegetativo en 75 % de los brotes tratados; sin embargo, una vez que la yema estaba determinada a la floración, la aplicación no inhibió la floración (Kachru *et al.*, 1972). Turnbull *et al.* (1996) observaron un retraso de cuatro semanas en la floración de árboles de mango al aplicar giberelinas en invierno.

Altas concentraciones de AG₃ (200 mg·litro⁻¹) aplicadas a yemas de mango en reposo estimuló el crecimiento vegetativo tardío; sin embargo, las bajas concentraciones (25 y 50 mg·litro⁻¹) provocaron una brotación más temprana y producción de crecimiento reproductivo (Tomer, 1984). Por su parte, Nuñez-Elisea y Davenport (1991) encontraron que altas concentraciones de AG₃ (> 250 mg·litro⁻¹) causaron un retraso en la iniciación floral, pero no inhibió la inducción a floración en yemas axilares de mango, cuando se tuvieron temperaturas inductivas (15 °C) en el momento de la iniciación. Resultados similares describen Turnbull *et al.* (1996).

Oosthuyse (1995), aplicó 100 mg·litro⁻¹ de AG₃ a árboles de mango 'Sensation', 'Tommy Atkins', 'Heidi', 'Kent', 'Zill' y 'Keitt', a intervalos de 14 d (de abril a agosto) y el número de inflorescencias y el desarrollo de las mismas varió con relación a la época de aplicación y al cultivar, así; las aplicaciones a finales de julio y principios de agosto además de podas, inhibieron la floración.

Al inyectar AG₃ (25 o 50 mg·árbol⁻¹) en el tronco de árboles jóvenes de aguacate 'Hass' cuando las yemas se encontraban hinchadas, se obtuvo un adelanto en el desarrollo de la inflorescencia hasta tres semanas en comparación a los árboles sin aplicación. Por el contrario, una alta concentración de AG₃ (2.5 g·árbol⁻¹) inyectada al tronco de árboles adultos, incrementó el número de yemas inactivas reduciendo la producción de inflorescencias (Salazar-García y Lovatt, 1999).

El efecto del ácido giberélico sobre la iniciación floral del mango depende también de las condiciones inductivas de floración. Parece ser que el AG₃ retrasa la iniciación de primordios florales (prolonga el reposo) en yemas que se desarrollan bajo condiciones que promueven floración (Nuñez-Elisea, 1994). Por ejemplo, el ácido giberélico asperjado al follaje en una sola aplicación (10, 50 y 250

mg·litro⁻¹), no inhibió la floración de mango 'Tommy Atkins' y 'Keitt' cuando éstos crecieron bajo temperaturas entre 15 y 18 °C durante el día, solamente la retrasó; por el contrario, en condiciones de temperaturas > 20 °C el AG₃ inhibió la floración.

Con base en lo anterior en este estudio se tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de giberelinas en la floración del mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo', para lograr manipular la época de floración y cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en huertos comerciales de mango en Atonalisco (21° 18' N y 104° 53' W) municipio de Tepic, Nayarit, situados a 270 m, 1,300 mm de precipitación anual y una temperatura media anual de 24 °C. Se utilizaron árboles de 'Tommy Atkins' de 15 años de edad en un primer experimento y de 'Ataulfo' de 10 años en el segundo, los árboles estaban injertados sobre portainjertos criollos de semilla, de vigor uniforme, 6 m de altura, establecidos a 10 x 10 m y cultivados en condiciones de riego. Los experimentos se realizaron entre 1999 y 2001.

En cada uno de los huertos se seleccionaron 66 ramas de un metro de longitud con 2 cm de diámetro ubicadas alrededor y en la parte media de la copa, cada rama contenía de ocho a 10 brotes terminales.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, evaluando 11 tratamientos con seis repeticiones. Cada repetición estuvo constituida por una rama que a su vez fue la unidad experimental, para un total de 66 ramas evaluadas.

Los tratamientos evaluados fueron dosis de giberelinas (25 y 50 mg·litro⁻¹) y cinco fechas de aplicación (15 de septiembre, 15 de octubre, 15 de noviembre, 15 de diciembre y 15 de enero) más un testigo (sin aplicación). Como fuente de ácido giberélico se utilizó Pro-gibb® (4 % de i. a.), se adicionó el surfactante y adherente Triton X-100®, en dosis de 1 ml·litro⁻¹ de solución. La aplicación se realizó con un atomizador manual sobre las ramas hasta el punto de goteo. En cada fecha fueron asperjadas seis ramas por tratamiento. En la primera fecha de aplicación, fueron asperjadas sólo con agua seis ramas que constituyeron el testigo.

En general el manejo del huerto consistió en una fertilización al suelo de 3 kg de triple 17 (17N – 17P – 17K) por árbol, la mitad del fertilizante al inicio de las lluvias (junio) y la otra mitad después de la cosecha (agosto). Se realizó control de maleza con dos pasos de rastra y dos aplicaciones del herbicida (Glifosato 1.5·litros·ha⁻¹) durante el periodo de lluvias; para el control de moscas de la fruta se siguieron las indicaciones de la campaña contra la mosca de la fruta del Comité Estatal de Sanidad Vegetal que consistieron en trampas semanales de adultos de floración a cosecha, muestreo de larvas (de fruto en estado sazón a

cosecha), colocación de bote matador de mosca (malathion y atrayente) y tres aplicaciones de malathion (50 cc-ha^{-1}) más atrayente aplicado en bandas durante el desarrollo del fruto hasta 15 días antes de la cosecha. Para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) y cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet) se aplicó Benomil 50 % en dosis de 2 ml-litro^{-1} realizando tres aplicaciones durante la floración y etapas iniciales del desarrollo de fruto.

Variables evaluadas

Producción de inflorescencias y brotes vegetativos

El número de inflorescencias y brotes vegetativos producidos en cada rama fue evaluado a intervalos quincenales, después de la aplicación del ácido giberélico. Se obtuvo el porcentaje de brotes que produjeron inflorescencias o crecimiento vegetativo dividiendo el número de brotes producidos entre el número total de brotes de la rama tratada.

Inicio de floración

El inicio de floración se consideró cuando la inflorescencia emergió, esto se evaluó cada 15 días, después de la aplicación de cada tratamiento, cuantificando los días transcurridos desde la primera fecha de aplicación hasta el inicio de la floración.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias por el método de Tukey con una $P \leq 0.05$. Se utilizó el programa Sistema de Análisis Estadístico versión 6 (SAS, 1998).

RESULTADOS

Efecto del AG_3 en el tipo de crecimiento obtenido en 'Tommy Atkins'

En el primer año (1999-2000), el 63 % de los brotes tratados con 25 mg-litro^{-1} de AG_3 el 15 de septiembre produjeron crecimiento vegetativo, en contraste cuando se aplicó el 15 de enero no se detectó producción de brotes vegetativos, casi 34 % de los brotes tratados el 15 de septiembre produjeron inflorescencias en la época normal de floración y 100 % con la aplicación del 15 de enero (Figura 1A). Un porcentaje de brotes quedó inactivo en cada una de las fechas de aplicación, siendo éste mayor (30 %) con la aplicación del 15 de diciembre (Figura 1A).

Cuando se aplicó 50 mg-litro^{-1} de AG_3 el 15 de septiembre, 73 % de los brotes produjeron crecimiento vegetativo disminuyendo esta producción conforme las aplicaciones se realizaban en fechas posteriores, así el 15 de enero se obtuvo 0 % de brotes vegetativos (Figura 1B). Contrario a esto, 24 % de los brotes tratados el 15 de septiembre produjeron inflorescencias; el 15 de enero se

obtuvo un 100 % de producción de inflorescencias. Cuando se realizó la aspersión el 15 de diciembre se produjeron 48 % de inflorescencias. Los brotes donde no se aplicó AG_3 se observó 77 % de inflorescencias (Figura 1B). El segundo año de evaluación se observó una tendencia similar al año anterior en ambas dosis utilizadas (Figura 1C y 1D).

Efecto del AG_3 en el tipo de crecimiento obtenido en 'Ataulfo'

Al aplicar AG_3 en dosis de 25 mg-litro^{-1} el 15 de septiembre y 15 de octubre 32 y 20 % de los brotes fueron de crecimiento vegetativo, al aplicar el 15 de enero no se observaron crecimientos vegetativos; no obstante, al aplicar el 15 de noviembre 63 % de los brotes produjeron crecimiento vegetativo. El porcentaje de brotes que produjeron inflorescencias fue de 41, cuando se aplicó el AG_3 el 15 de septiembre y con la aplicación del 15 de noviembre sólo el 5 % mostró inflorescencias. Al aplicar el 15 de enero 100 % de los brotes produjeron inflorescencias y los brotes testigos florecieron cerca de 78 %, 8 % quedó inactivo y 4 % produjo crecimiento vegetativo (Figura 2A).

Con la dosis de 50 mg-litro^{-1} el 72 % de los brotes produjeron crecimiento vegetativo cuando se aplicó el 15 de septiembre, no se observaron brotes vegetativos cuando se aplicó el 15 de enero; aunque con la aplicación del 15 de diciembre el porcentaje de brotes con crecimiento vegetativo fue de 40 %. El porcentaje de brotes que produjeron inflorescencias fue entre 4.2 y 24 % con las aplicaciones del 15 de diciembre y noviembre, respectivamente; al aplicar el 15 de enero 100 % de los brotes produjeron inflorescencias. El porcentaje de brotes que quedaron inactivos fue entre 31.7 y 55.7 % con las aplicaciones del 15 de octubre y diciembre, respectivamente; al aplicar el 15 de enero no se presentaron brotes inactivos (Figura 2B).

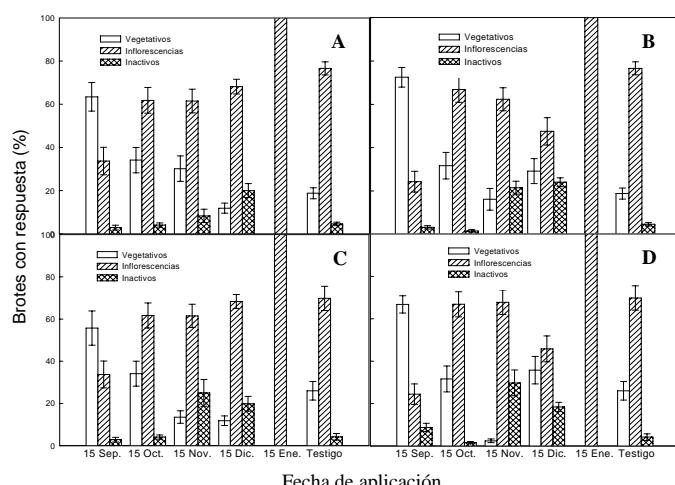


FIGURA 1. Efecto del AG_3 sobre el tipo de crecimiento producido en brotes de mango 'Tommy Atkins'; 1999-2000, 25 mg-litro^{-1} (A) y 50 mg-litro^{-1} (B) y 2000-2001, 25 mg-litro^{-1} (C) y 50 mg-litro^{-1} (D). Cada barra representa el promedio entre 48 y 60 brotes \pm error estándar.

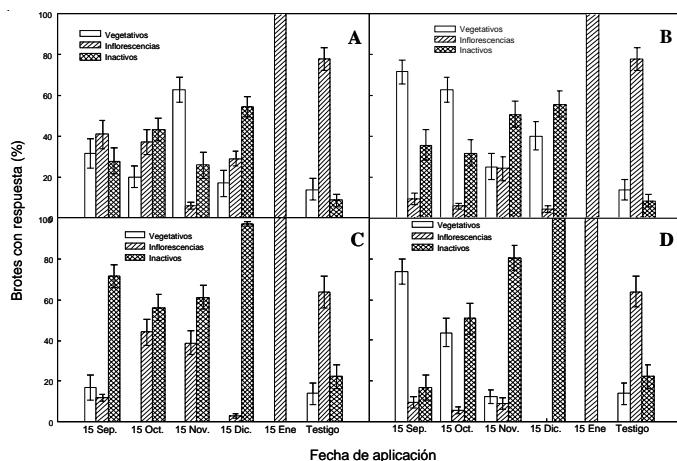


FIGURA 2. Efecto de AG₃ sobre el tipo de crecimiento producido en brotes de mango 'Ataulfo'. Primer año (1999-2000), 25 mg·litro⁻¹ (A) y 50 mg·litro⁻¹ (B) Segundo año (2000-2001), 25 mg·litro⁻¹ (C) y 50 mg·litro⁻¹ (D). Cada barra representa el promedio entre 48 y 60 brotes ± error estándar.

En el segundo año de evaluación, se observó un tendencia similar al primer año pero la inhibición de la floración fue mayor, sobre todo con la dosis de 50 mg·litro⁻¹ (Figura 2C y 2D). En todas las fechas de aplicación la producción de crecimiento vegetativo y la presencia de brotes inactivos superaron la producción de inflorescencias.

Efecto del AG₃ sobre la época de floración de 'Tommy Atkins'

Las ramas tratadas con 25 mg·litro⁻¹ de ácido giberélico, el inicio de la floración normal (floración presentada en árboles de mango sin aplicación de técnicas para manipular la floración) se presentó del 16 de enero al 12 de febrero,

la cual varió de 122.2 hasta 147.7 días después de la primera aplicación de AG₃ y de 122.5 hasta 142 días al aplicar 50 mg·litro⁻¹. Los brotes testigo iniciaron la floración a los 134.8 días (Cuadro 1).

Entre el 1º y 15 de marzo se observó otra floración en algunos brotes que habían quedado inactivos durante la floración normal y en aquellos que produjeron un crecimiento vegetativo. 50 % de los brotes (con crecimiento vegetativo e inactivos) tratados con 25 mg·litro⁻¹ el 15 de septiembre florecieron a los 174.7 días después de la primera aplicación de AG₃ y 17 % de los tratados el 15 de octubre florecieron a los 181 días (Cuadro 1). Un porcentaje similar de brotes tratados con 50 mg·litro⁻¹ en septiembre y octubre florecieron a los 165 y 174.7 días, respectivamente (Cuadro 1).

Efecto del AG₃ sobre la época de floración de 'Ataulfo'

En brotes tratados con 25 mg·litro⁻¹, la floración normal en este cultivar fue del 16 de enero al 22 de febrero, la cual varió de 113.5 hasta 150 días después de la primera aplicación de AG₃ y de 112.5 a 160 días en brotes con 50 mg·litro⁻¹. Los brotes sin aplicación de AG₃ florecieron a los 122.5 d (Cuadro 2).

Al igual que en 'Tommy Atkins', en este cultivar también se presentó una segunda floración entre 7 y 30 de marzo en la mayoría de los tratamientos a excepción de la aplicación el 15 de enero. Con la dosis de 25 mg·litro⁻¹ el porcentaje de brotes (con crecimiento vegetativo e inactivos) que florecieron más tarde varió entre 17 y 66.6 % presentándose la floración entre 181 y 196 d después de la primera aplicación de AG₃, con 50 mg·litro⁻¹ entre 17 y 50 % de brotes con crecimientos vegetativos o inactivos florecieron de 173 a 181 días (Cuadro 2).

CUADRO 1. Efecto del AG₃ en la floración de brotes de mango 'Tommy Atkins'.

Tratamiento Época de aplicación	Dosis de AG ₃ (mg·litro ⁻¹)	Inicio de Floración normal (Días) ^z	Adelanto (Días) ^y	Inicio de floración retrasada (Días) ^z (%)	Retraso (Días) ^y
Sep. 15	25	137.7 ab ^x	-2.9	174.7(50)	39.9
Sep. 15	50	142.0 ab	-7.2	165.0 (17)	30.2
Octubre 15	25	131.7 bc	3.1	181 (17)	46.2
Octubre 15	50	132.2 bc	2.6	174.7 (50)	39.9
Nov. 15	25	132.6 bc	2.2	—	—
Nov. 15	50	132.0 bc	2.8	—	—
Dic. 15	25	147.7 a	-12.9	—	—
Dic. 15	50	140.3 ab	-5.5	—	—
Ene. 15	25	122.2 c	12.6	—	—
Ene. 15	50	122.5 c	12.3	—	—
Testigo	Sin aplic.	134.8 b	—	—	—

^xFloración normal del 16 de enero al 22 de febrero, floración retrasada del 1º al 15 de marzo del 2001. Días después de la primera aplicación de AG₃ del 15 de septiembre.

^yDías de adelanto o retraso con relación al testigo.

^zMedias con la misma letra, dentro de las columnas, son similares de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

CUADRO 2. Efecto del AG₃ en la floración de brotes de mango 'Ataulfo'.

Tratamiento	Inicio de Floración	Adelanto	Inicio de floración	Retraso
Época de aplicación	Dosis de AG ₃ (mg·litro ⁻¹)	normal (Días) ^x	(Días) ^y	(Días) ^y
Sep. 15	25	135.3 cd ^x	-12.8	196 (50)
Sep. 15	50	136.0 cd	-13.5	181 (33)
Octubre 15	25	126.3 dc	-3.8	181 (33)
Octubre 15	50	129.5 de	-7.0	173 (17)
Nov. 15	25	143.5 bc	-21.0	196 (50)
Nov. 15	50	160.0 a	-37.5	181 (47)
Dic. 15	25	150.0 ab	-27.5	181(67)
Dic. 15	50	155.0 a	-32.5	181 (57)
Ene. 15	25	113.5 f	9	—
Ene. 15	50	112.5 f	10	—
Testigo	Sin aplic.	122.5 ef	—	—

^xFloración normal del 16 de enero al 22 de febrero, floración retrasada del 7 al 30 de marzo del 2001. Días después de la primera aplicación de AG₃ del 15 de septiembre

^yDías de adelanto o retraso con relación al testigo.

^zMedias con la misma letra, dentro de las columnas, son similares de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

La aplicación de Ácido giberélico afectó la floración en los dos cultivares de mango. Ambas dosis (25 y 50 mg·litro⁻¹) inhibieron en diferente intensidad la floración normal en todas las fechas de aplicación a excepción del 15 de enero, el efecto fue más notorio en 'Ataulfo' que en 'Tommy Atkins', en éste último el efecto fue mayor con la aplicación en septiembre.

En el primer año, la aplicación del 15 de septiembre a dosis de 25 mg·litro⁻¹ de AG₃ en 'Tommy Atkins', sólo 33.7 % de los brotes produjeron inflorescencias inhibiendo la floración en la época normal en poco más de 66 % ya que la mayoría de éstos produjeron crecimiento vegetativo (63.4 %) en lugar de inflorescencia y otros pocos (2.9 %) quedaron inactivos; la producción de crecimientos vegetativos disminuyó conforme las aplicaciones se hacían más tarde. La aplicación de 50 mg·litro⁻¹ tuvo un efecto similar a la de 25 mg·litro⁻¹ siendo drástica, ya que la aplicación del 15 de septiembre un 76 % de los brotes no floreció, al aplicar el 15 de diciembre el 52 % de los brotes no florecieron quedando incluso el 24 % de ellos inactivos.

En 'Ataulfo' el efecto sobre la floración fue más marcado, al aplicar 25 o 50 mg·litro⁻¹ el porcentaje de brotes que produjeron inflorescencias fue menor que en 'Tommy Atkins' en todas las fechas de aplicación a excepción del 15 de enero, mientras que la cantidad de brotes que no florecieron fue mayor observándose incluso una gran mayoría de brotes inactivos sobre todo en el mes de diciembre con más del 50 % en ambas dosis. La respuesta a las giberelinas en el segundo año fue muy similar en cada cultivar.

Los resultados obtenidos en 'Tommy Atkins' coinciden con lo encontrado con otros autores (Davenport, 1990; Sedgley, 1990; Oosthuyse, 1995) quienes concuerdan en

que las giberelinas y específicamente el AG₃ inhibe la floración en yemas de mango, cuando éste se aplica en época temprana (antes de la iniciación floral); además estimula el crecimiento vegetativo (Sánchez *et al.*, 2004).

El hecho de que los brotes aplicados tuvieron diferente respuesta a cada una de las fechas de aplicación, se debe a que esto depende del estado de desarrollo de la yema, la dosis y la época de aplicación como lo mencionan Kachru *et al.* (1972) y Oosthuyse (1995). Además, la respuesta también difiere entre cultivares. La aplicación temprana de septiembre inhibió la floración en la época normal en un mayor porcentaje de los brotes tratados de 'Tommy Atkins'; sin embargo, con la aplicación de diciembre la inhibición fue menor debido probablemente a que las yemas apicales en su mayoría ya estaban en un estado avanzado de la diferenciación floral (Kachru *et al.*, 1972). En 'Ataulfo', la inhibición de la floración normal ocurrió casi en todas las fechas de aplicación, lo que indica que en este cultivar el efecto fue más drástico que en 'Tommy Atkins'.

Otro aspecto importante en 'Tommy Atkins', puede ser que las aplicaciones en las primeras fechas (septiembre) se realizaron bajo condiciones no inductivas (temperaturas cálidas mayores de 20 °C durante el día) por lo que la mayoría de las yemas no florecieron y lo contrario ocurrió con las aplicaciones tardías debido probablemente a que ya se tenían condiciones inductivas para la floración (temperaturas frescas entre 15 y 18 °C) como lo reporta Nuñez-Elisea (1994).

Por otro lado, la dosis más alta (50 mg·litro⁻¹) tuvo un efecto más severo en inhibir la floración que la más baja en ambos cultivares, resultados que coinciden con los obtenidos por Tomer (1984), quien encontró que altas concentraciones de giberelinas provocaron crecimiento

vegetativo y bajas concentraciones provocaron una brotación más temprana y producción de crecimientos reproductivos; es decir, no inhibieron la floración.

Los resultados indican que mediante la aspersión al follaje de AG₃, se puede inhibir la floración en la época normal en ambos cultivares, aunque el grado de inhibición dependerá de la época de aplicación y del estadio de desarrollo de la yema, aparentemente el mejor estadio para inhibir es durante el proceso del cambio de vegetativo a reproductivo.

Los resultados obtenidos en ambos cultivares con las aplicaciones del 15 de enero donde el 100 % de los brotes produjeron inflorescencias, fue debido a que en esta fecha todas las yemas de los brotes tratados tenían un desarrollo avanzado del proceso de la formación de la inflorescencia por lo que el ácido giberélico no inhibió la floración, por el contrario adelantó su emergencia. Kachru *et al.* (1972) encontraron también que al aplicar AG₃ en mango 'Dashedari' cuando las yemas estaban determinadas a la floración, ésta no fue inhibida.

Los brotes testigos florecieron en más del 77 % en ambos cultivares, un pequeño porcentaje quedó inactivo (5 % en 'Tommy Atkins' y 8 % en 'Ataulfo') y otro produjo crecimiento vegetativo (18 % en 'Tommy Atkins' y 13.8 % en 'Ataulfo'); no obstante, estos resultados corresponden a un comportamiento normal en los árboles de mango ya que éstos no florecen en un 100 % porque un porcentaje de las yemas apicales contribuye al flujo vegetativo de primavera, o bien pueden quedar inactivos y brotar hasta el flujo de verano.

La aplicación de AG₃ retrasó la floración en ambos cultivares observándose que en algunos tratamientos la floración no fue inhibida en su totalidad; la inhibición ocurrió sólo en la época normal de floración, pero posteriormente algunos brotes florecieron después, lo que se consideró como una floración retrasada. El 50 % de los brotes de 'Tommy Atkins' (que produjeron crecimiento vegetativo e inactivos) aplicados con 25 mg·litro⁻¹ de AG₃ el 15 de septiembre, florecieron 39.9 días después de la floración normal de los testigos; es decir, el AG₃ retrasó la floración casi cinco semanas; mientras que los aplicados el 15 de octubre (17 %), presentaron un retraso en la floración de 5.8 semanas, resultados similares se obtuvieron con 50 mg·litro⁻¹. En 'Ataulfo' se observó un mayor retraso en la floración en todos los tratamientos con AG₃ a excepción del 15 de enero, el retraso fue de seis hasta nueve semanas. El retraso en la época de floración de hasta cuatro semanas es una respuesta que ha sido reportado previamente (Turnbull *et al.*, 1996). En ambos cultivares, aún dentro de la floración normal ésta fue ligeramente más tardía que en los brotes testigo (2.9 a 12.9 días en 'Tommy Atkins' y de siete a 37 días en 'Ataulfo'), y específicamente en 'Ataulfo' este efecto se presentó en todos los brotes tratados con AG₃.

Por otro lado, los brotes de 'Tommy Atkins' tratados el 15 de enero florecieron más temprano (12.6 y 12.3 días para 25 y 50 mg·litro⁻¹ respectivamente) que los testigos y en 'Ataulfo' de nueve a 10 días más temprano (25 y 50 mg·litro⁻¹, respectivamente). Estos resultados pueden ser debido a que el meristemo se encontraban en un estado avanzado del desarrollo de la inflorescencia al momento de la aplicación, tal y como lo mencionan Salazar-García y Lovatt (1999) en los resultados encontrados en aguacate 'Hass'.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y después de dos años de evaluación se puede concluir lo siguiente:

La aplicación temprana de AG₃ inhibió la floración normal en ambos cultivares, aunque el efecto fue más notorio en el 'Ataulfo'.

La dosis de 50 mg·litro⁻¹ fue más severa para inhibir la floración normal en casi todas las fechas de aplicación y en ambos cultivares.

El AG₃ no afectó la floración normal en brotes tratados el 15 de enero, incluso los brotes tratados en esta fecha mostraron un ligero adelanto con relación al testigo.

La floración tardía obtenida en brotes que en la floración normal presentaron crecimiento vegetativo o permanecieron inactivos, indica la posibilidad de retrasar la floración en estos cultivares. Sin embargo, más estudios son necesarios para definir la fecha de aplicación.

Las giberelinas pueden inhibir, retrasar o adelantar la floración de árboles de mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo', dependiendo de la época y dosis de aplicación. Lo que plantea una alternativa para manipular la floración y cosecha de este cultivo de acuerdo a la conveniencia del productor para obtener mejores beneficios económicos al comercializar su producto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT y a la Fundación Produce Nayarit, A. C., el financiamiento para realizar el presente trabajo bajo el proyecto, Control de Alternancia y Floración en Mango para Exportación Núm. K0331-N9710.

LITERATURA CITADA

- DAS, G. C.; SAHOO, S. C.; RAY, D. P. 1989. Studies on effect of gibberellic acid and urea either alone or in combination on the growth and flowering behaviour of some on and off year shoots in Langra mango. *Acta Horticulturae* 231: 495-499.
- DAVENPORT, T. L. 1990. Citrus flowering. *Horticultural Reviews* 12: 349-408.

- GALÁN-SAUCO, V. 1990. Los Frutales Tropicales en los Subtrópicos. I. Aguacate, Mango, Litchi y Longan. Ediciones Mundiprensa, Madrid. 170 p.
- KACHRU, R. B.; SINGH, R. N.; CHACKO, E. K. 1972. Inhibition of flowering in *Mangifera indica* L. by gibberellic acid. *Acta Horticulturae* 24: 206-209.
- NUÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. 1991. Flowering of 'Keitt' mango in response to deblossoming and gibberellic acid. *Horticultural science* 6: 140-141.
- NUÑEZ-ELISEA, R. 1994. Environmental, developmental and bioregulator control of flowering in mango (*Mangifera indica* L.). Ph. D. Dissertation. University of Florida. 179 p.
- OOSTHUYSE, S. A. 1995. Effect of aqueous application of GA₃ on flowering of mango trees: Why in certain instances is flowering prevented and in other flowering is only delayed?. *South African Mango Growers Association Yrbk.* 5: 21-25.
- RAJPUT, C. B. S.; SINGH, J. N. 1989. Effects of urea and GA₃ sprays on the growth, flowering and fruiting characters of mango. *Acta Horticulturae* 231: 301-305.
- SACHS, R. M.; HACKETT, W. P. 1983. Source-Sink relationships and flowering. In: *Strategies of Plant Reproduction*. G. Meudt, W. J. (Ed). Beltsville Symposia in Agricultural Research. Totowa, N.Y.: Allanhelds, Osmun. pp: 263-272.
- SALAZAR-GARCÍA, S. 1997. Strategies using gibberellic acid to manipulate flowering of the "Hass" avocado (*Persea americana* Mill.). Ph. D. Dissertation. University of California, Riverside. 205 p.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; LOVATT, C. J. 1999. Winter trunk injections of gibberellic acid altered the fate of 'Hass' avocado buds: Effects on inflorescence type, number and rate of development. *Journal Horticultural Science and Biotechnology* 74(1):69-73.
- SÁNCHEZ, E.; CABRERA, F.; PADILLA, I.; SAMANIEGO J. A.; ABAYTIA, R. 2004. Gibberellic acid effect on sprouting and nutricional balance of young trees of 'Keitt' mango at the Mayo Valley, Sonora. *Acta Hort.* 645:447-452.
- SAS INSTITUTE INC. 1998 SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth ED. VOL. 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, N. C., USA.
- SEDGLEY, M. 1990. Flowering of deciduous perennial fruits crops. *Horticultural Review*: 12: 223-264.
- TOMER, E. 1984. Inhibition of flowering in mango by gibberellic acid. *Scientia Horticulturae* 24: 299-303.
- TURNBULL, C. G. N.; ANDERSON, K. L.; WINSTON, E. C. 1996. Influence of gibberellin treatment on flowering and fruiting patterns in mango. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38(5): 603-611.