

EFECTO DE PROMOTORES DE FLORACION SOBRE EL ESTATUS NUTRIMENTAL DEL MANGO CV. TOMMY ATKINS

Ricardo Moreira M.¹, Alberto Becerril R.², Leonardo Tijerina Ch.² y Jacques Cajuste B.²

¹ Resp. Programa de Fruticultura, Estación Experimental Boliche, INIAP

² Profesores Investigadores de la Especialidad de Fruticultura e Hidrociencia del Colegio de Postgraduados, México.

RESUMEN

Desde mayo del 2000 hasta octubre del 2001 se llevó a cabo un experimento para medir el efecto de varios promotores de floración sobre la fisiología y estatus nutrimental del mango cv. 'Tommy Atkins'. El experimento se realizó en Iguala, Edo. de Guerrero, México; ubicado en las coordenadas geográficas 18° 22' de latitud norte y 99° 33' de longitud oeste y a 635 msnm, 1086 mm de precipitación anual y 26.5 °C de temperatura promedio anual. Los tratamientos fueron: Paclobutrazol (1.5 g de i.a por metro de diámetro de copa); citocinina (50 mg L⁻¹); nitrato de amonio (40 g L⁻¹); ethrel (250 mg L⁻¹) y testigo (solo agua). Se determinó: longitud de brotes, diferenciación floral, época y porcentaje de floración, amarre de fruto, concentración de N-P-K, almidón y nitrógeno reducido; producción y calidad de frutos entre los que contamos: peso de frutos, sólidos solubles, acidez titulable y color.

Paclobutrazol adelantó 30 días la floración y redujo en 32.62% el crecimiento en longitud de los brotes, de igual manera incrementó en 25.84% el número de flores/árbol, seguido por citocinina con 19.10% de incremento. El amarre de frutos no fue afectado por los tratamientos, aunque este factor fue determinante en la cosecha final.

El número de frutos fue mayor en paclobutrazol y citocinina los cuales produjeron 32.73% y 23.9% mas frutos que el testigo respectivamente. El volumen final de la cosecha fué mayor en los tratamientos citocinina, testigo y paclobutrazol con 37.07, 35.30 y 33.36 kg de fruta/árbol respectivamente. Paclobutrazol y citocinina presentaron los mayores rendimientos en gramos de fruta por área transversal de tronco con 90.89 y 76.04 g cm², amarre y peso de frutos fueron determinantes en la producción final. La concentración foliar de nitrógeno fósforo y potasio no fueron afectadas por los tratamientos. Por otro lado la concentración de nitrógeno reducido en yemas fue superior en los tratamientos citocinina y paclobutrazol con 98.22 y 92.34 µg g⁻¹ de materia seca en yemas respectivamente. Por su parte la concentración de almidón en yemas fue superior en paclobutrazol con 3.62 mg g⁻¹ de materia seca, mientras que el testigo alcanzó 2.96 mg g⁻¹. Finalmente citocinina indujo a la producción de frutos de alta calidad en lo que tiene que ver a coloración externa e interna, concentración de sólidos solubles, acidez titulable, y relación sólidos solubles-acidez titulable; mientras que paclobutrazol condujo a la producción de frutos pequeños, ácidos y de inferior coloración, así como también una mayor proporción semilla-fruto.

Palabras claves adicionales : inducción floral; letargo; hormonas; producción forzada, reservas.

INTRODUCCION

La necesidad de adelantar, regularizar y uniformar la floración en mango ha hecho necesario implementar estrategias con base en algunos estudios para producir dicho efecto. Con relación a los mismos se ha podido establecer que la actividad hormonal es uno de los factores que intervienen en el proceso, en el que la elevada concentración de giberelinas en la hoja la inhibe y su disminución la favorece (Tongumpai *et al.* 1991) (Bangerth, 1997). Por otro lado no existen evidencias contundentes de la participación de etileno en este fenómeno, Davenport y Núñez-Elisea (1991) indican que los niveles de producción de etileno entre las etapas vegetativas y productivas

son iguales. Por su parte Chacko (1991) manifiesta que previo a la inducción floral se elevan los contenidos de auxina y citocinina en brotes, hojas y flujo del xilema; Singh y Dillon (1986) aseveran un incremento del número de flores por efecto de estas hormonas. Otras sustancias como paclobutrazol son capaces de inhibir el crecimiento vegetativo y como consecuencia inducir una profusa floración tal como lo describen Burondkar y Cunjate (1991) y Sergent *et al.* (1997); Tongumpai *et al.* (1991) adicionalmente indican que esta sustancia afecta el peso de los frutos; Perez *et al.* (2000) y Rowley (1990) indican por su parte que paclobutrazol induce al árbol a florecer anticipadamente. Por otro lado Oosthuysen (1997) indica que la aplicación de nitratos incrementa de igual manera la floración del árbol y la retención del fruto.

Colateralmente es necesario considerar que deben cumplirse otras condiciones para que se de el proceso de floración en mango tales como la edad del árbol y en este sentido Avilán y Rengifo (1990) y Davie y Stassen (1997) establecen que la planta debe cumplir un mínimo de desarrollo para que empiece su etapa productiva, a esto se suma que Rodríguez (1989) indica, que la formación de yemas florales a partir de meristemas vegetativos, requiere de un estado fisiológico del tejido que pueda recibir el estímulo inductivo. Por último la temperatura es el elemento climático determinante en el proceso de inducción floral, Núñez-Elisea *et al.* (1993) y Whilley (1993) indican que las bajas temperaturas promueven la inducción floral, con ellos concuerdan Mosqueda (1989) y Hillier (1991) quienes agregan, que además de bajas temperaturas, el someter al árbol a un periodo previo de sequía intensifica el proceso. Finalmente Mata y Mosqueda (1998) indican que el fotoperiodo no es determinante para la producción de mango, pero interactúa con temperatura y humedad.

En virtud de lo expuesto, la presente investigación tuvo como principal objetivo estudiar a varios promotores de floración en la fisiología y desarrollo de mango cv. Tommy Atkins, con la finalidad de integrar conocimientos sobre la promoción de la floración de este frutal, considerando como hipótesis que los promotores de floración activan procesos hormonales que combinados con nutrimentos, conllevan a alteraciones en la época e intensidad de eventos fisiológicos tales como crecimiento, letargo, diferenciación y apertura floral, al igual que magnitud y calidad de cosecha.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la comunidad de Tuxpan, Municipio de Iguala, Edo. de Guerrero, México; ubicado en las coordenadas geográficas 18° 22' de latitud norte y 99° 33' de longitud oeste, a 635 metros sobre el nivel del mar, 1086 mm de precipitación anual y temperatura media anual de 26.5 °C, García (1981) clasifica la región del valle de Iguala con clima cálido subhúmedo del tipo Awo(w) (i') g. Se emplearon árboles del cultivar 'Tommy Atkins' de 7 años de edad mismos que se seleccionaron con base en vigor determinado por diámetro del tronco. Los tratamientos se describen a continuación:

TRATAMIENTO	DOSIS
Paclobutrazol	1.5 g i.a. metro de diámetro de árbol ⁻¹ (Sergent et al. 1997)
Nitrato de amonio	40 g L ⁻¹ (Medina y Núñez-Elisea, 1997)
Ethrel	250 mg L ⁻¹ (Saucó et al. 1991)
Citocinina	50 mg L ⁻¹
Testigo	Agua

Paclobutrazol fue aplicado al suelo el 16 de septiembre del 2000 en tinas rectangulares de 50 X 20 cm y 15 cm de profundidad, en todos los cuadrantes del árbol en un volumen de 40 litros de solución por árbol; los demás tratamientos se aplicaron el 15 de diciembre del 2001 con una bomba aspersora tipo mochila, cubriendo todo el árbol a punto de goteo.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar en el que cada árbol constituyó una unidad experimental. Se realizaron análisis de varianza, correlaciones y pruebas de media de Tukey, en las cuales se utilizó el paquete de análisis estadístico SAS (SAS Institute 1997).

Se midieron: crecimiento de brotes, época y porcentaje de floración, amarre final de frutos, rendimiento, eficiencia de producción (expresada en rendimiento por área transversal de tronco), concentración de almidón y nitrógeno reducido en yemas, concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en yemas y hojas y calidad de frutos expresada en peso, sólidos solubles totales, acidez titulable, relación sólidos solubles-acidez titulable, color de mesocarpo y exocarpo y proporción semilla-fruto.

Previo a la ejecución del ensayo se realizó poda sanitaria y fertilización de los árboles según las recomendaciones de Mata y Mosqueda (1998). Adicionalmente el área experimental se mantuvo libre de malezas mediante control mecánico. Las plantas recibieron humedad del temporal de lluvias y a partir de la floración recibieron un riego quincenal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los árboles tratados con Paclobutrazol presentaron menor crecimiento de brotes y se debería a que esta sustancia es inhibidora de la biosíntesis de giberelinas, principal responsable del crecimiento vegetal, al reducirse el contenido de esta en la hoja se interfiere la normal actividad de división y alargamiento celular, características del crecimiento de tallos.

El 1 de Diciembre del 2000 se inició la apertura floral en los árboles tratados con Paclobutrazol, aproximadamente 76 días después de la aplicación y luego de atravesar por un periodo de letargo (detención del crecimiento vegetativo) de un mes y medio. En tanto que los tratamientos con Citocinina, Ethrel, Nitrato de amonio y testigo prosiguieron en letargo hasta un mes más tarde (entre el 1 y 5 de enero del 2001) cuando empezaron a florecer. Los árboles tratados con paclobutrazol y citocinina expresaron finalmente los valores más altos de floración (Cuadro 1).

No se observaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a número de frutos amarrados por panícula (Cuadro 1), sin embargo el mayor número de amarre lo presentaron árboles tratados con paclobutrazol y el testigo.

La aplicación de paclobutrazol y citocinina indujo una mayor cantidad de frutos por planta, rendimiento en kg de fruta y finalmente mayor eficiencia productiva por unidad de área transversal de tronco (Cuadro 1). Shinde *et al* (2000) obtuvieron cosechas de 30.03 kg de fruta árbol⁻¹ en árboles de mango sin tratamiento, frente a 92.82 y 117.87 kg de fruta árbol⁻¹ en árboles tratados con 0.75 y 1.25 g de i.a. de paclobutrazol por metro de diámetro de copa respectivamente.

La concentración de almidón en la etapa previa a floración fue mayor en árboles tratados con paclobutrazol, ethrel y citocinina. Como puede observarse, paclobutrazol propició una mayor reserva de este carbohidrato, posible resultante del bajo crecimiento vegetativo y por ende del escaso desgaste de carbohidratos (Cuadros 1 y 2), lo cual es apoyado por Pharaphut *et al* (2000). En la misma tendencia la concentración de N reducido previa a floración fue mayor en árboles tratados con citocinina y paclobutrazol (Cuadro 2), se asume que N reducido está relacionado con el proceso de floración en muchas especies frutales.

Cuadro 1. Longitud de brote, porcentaje de floración, número de frutos por árbol, y rendimiento por árbol y rendimiento por unidad transversal de tronco en mango cv. Tommy Atkins en producción forzada.

TRATAMIENTOS	Longitud de brotes (cm)	Porcentaje de floración	Número de frutos	Rendimiento (kg)	Rendimiento por Área transversal de tronco (g cm ²)
Paclobutrazol	7.07 a ^z	89 a	134.4 a	33.36 ab	90.89 a
Citocinina	9.00 a	79 a	118.8 ab	37.07 a	76.04 a
Nitrato de amonio	11.1 a	72 a	70.8 b	23.40 b	47.76 b
Ethrel	8.68 a	77 a	64.6 b	20.90 b	45.5 b
Testigo	10.50 a	66 a	90.4 b	35.30 a	75.8 a b

^z Medias con letras similares dentro de columnas son estadísticamente iguales. (Prueba de Tukey, P ≤ 0.05).

Los árboles que observaron mayor cantidad de nitrógeno total en yemas, previo a la floración, fueron los tratados con paclobutrazol, seguidos por nitrato de amonio (Cuadro 2). Una vez mas pudo notarse el efecto de paclobutrazol, al propiciar una mayor concentración de nitrógeno, como consecuencia de la reducción de la tasa de crecimiento vegetativo, es conocido que el nitrógeno es el elemento de mayor participación en crecimiento y al no haberlo se acumuló en yemas.

En cuanto a la concentración de fósforo en yemas (Cuadro 2) en el momento previo a la floración no hubieron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Por otro lado, la concentración de potasio en yemas en la época previa a la floración resultó mayor en los árboles tratados con nitrato de amonio y ethrel (Cuadro 2).

Cabe destacar que en el efecto prolongado (inicio del siguiente ciclo de crecimiento) citocinina indujo una mayor acumulación de N-P-K en yemas, mientras que la concentración foliar en todos los tratamientos se mantuvieron dentro de los niveles de suficiencia considerados para el cultivo Galán (1999).

Cuadro 2. Concentración de almidón, nitrógeno reducido (N Reducido), nitrógeno, fósforo y potasio en yemas de mango cv. Tommy Atkins en producción forzada.

TRAT.	Almidón		N. reducido			N			P			K		
	mg g ⁻¹ MS		µg g ⁻¹ MS			mg g ⁻¹ MS			mg g ⁻¹ MS			mg g ⁻¹ MS		
	A ^z	B ^y	A	B	C ^x	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Paclobutrazol	1.69	3.62 a	39.0	92.3 a	20.7 a	6.86	9.24 a	6.58 a	0.96	1.21 a	1.78 a	15.07	12.0 a	14.3 b
Citocinina	1.50	3.07b	40.4	98.2 a	15.7 b	5.88	6.30 bc	7.56 a	1.38	1.29 a	2.21 a	12.38	12.7 a	21.8 a
N ^o .de amonio	1.33	2.35 b	31.4	61.9 b	15.6 b	6.16	7.71ab	6.02 a	0.96	1.13 a	1.61 a	15.22	13.8 a	20.0ab
Ethrel	1.46	3.08 a b	32.0	81.3 ab	18.6ab	6.58	6.16 c	6.58 a	1.37	1.36 a	2.17 a	14.68	13.1 a	20.3 a
Testigo	1.42	2.96 b	55.3	73.6 b	11.9 b	6.86	5.60 c	7.42 a	1.37	1.36 a	2.20 a	11.12	12.5 a	18.8 a

^z A: Inicio del crecimiento del 2000 (sin efecto de tratamiento. no aplicados)

^y B:Previo a la floración

^x C: Inicio del crecimiento del 2000.

^w N: Nitrato

^v Medias con letras similares dentro de columnas son estadísticamente iguales, (Prueba de Tukey, P ≤ 0.05).

Cuadro 3. Peso, acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST), relación sólidos solubles totales-acidez titulable (R S-A), color de mesocarpo y exocarpo y proporción semilla-fruto (P H-F) de frutos en mango cv. Tommy Atkins obtenidos en producción forzada.

TRATAMIENTOS	Peso g	A T		S S		R S-A	COLOR				P S-F
							Pulpa		Exocarpo		
		A ^z	B ^y	A	B		A	B	A	B	
Paclobutrazol	248.24 b ^w	4.97 b	2.18 a	14.9 a	18.6 a	8.77 b	230.8 a	180.0 a	21.07 a	19.43b	14.64 a
Citocinina	312.08 b	13.82a	0.64 b	12.49a	18.7 a	30.59 a	238.3 a	161.2a	10.92b	24.98 a	11.53 b
Nitrato de amonio	330.24 a	13.30 a	1.16 b	14.8 a	18.9 a	20.93 a	250.8 a	178.6 a	7.26 b	23.0 ab	14.37 ab
Ethrel	324.24 ab	14.19 a	1.05 b	12.3 a	18.9 a	19.08 ab	245.9 a	177.5 a	9.29 b	25.78 a	11.77 b
Testigo	390.56 a	12.65 a	0.94 b	13.5 a	19.2 a	20.34a	225.4a	153.9 a	10.41 b	25.04 a	12.20 b

^z A: Frutos en madurez de cosecha

^y B: Frutos en madurez de consumo

^x Medias con letras similares dentro de las columnas son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.05$)

Los frutos mas pesados provinieron de árboles testigo y los frutos del tratamiento con paclobutrazol resultaron los de menor tamaño (Cuadro 3). Se estableció una correlación negativa entre peso y número de frutos, así, a menor cantidad de frutos, la planta destina mayor cantidad de fotosintatos por unidad demandante y como resultado los frutos crecen mas. Ferrari y Sergent (1996), encontraron que el número total de frutos por árbol es superior en la medida en que se incrementa la dosis de paclobutrazol, pero el peso individual de frutos resulta mas bajo en comparación con los árboles no tratados.

En la madurez de consumo los tratamientos no reflejaron diferencias estadísticas en cantidad de sólidos solubles totales (Cuadro 3). La acidez titulable (expresada en porcentaje de ácido málico por gramo de pulpa) en cosecha fue menor en frutos del tratamiento con paclobutrazol (Cuadro 3), sin embargo en la madurez de consumo los frutos en este tratamiento permanecieron con una mayor acidez, resultado de la menor tasa de utilización de ácidos durante la maduración. Por otra parte los frutos provenientes del tratamiento con citocinina quedaron con el menor porcentaje de acidez en la madurez de consumo y en consecuencia una alta relación sólidos solubles acidez titulable lo cual implica una alta calidad para consumo.

La expresión del color de pulpa en frutos no manifestó diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo paclobutrazol fué el que desarrolló menor intensidad en el color de estos, lo cual guarda relación con la acidez del fruto. El color del exocarpo del fruto, analizado al momento de la cosecha, por medio de los índices CROMA y HUE ,confirman en los frutos con paclobutrazol una mayor proporción de color amarillo y rojo con respecto a los demás tratamientos, pero al llegar a la madurez de consumo este tratamiento queda con el mas pobre desarrollo de color. Por su parte los frutos del tratamiento con ethrel y citocinina presentaron al final el color mas apropiado del cultivar.

En cuanto a la proporción semilla-fruto se observó que los tratamientos con paclobutrazol y nitrato de amonio presentaron la mayor proporción de semilla con respecto al fruto (19.99% y 17.79% mas que el testigo), en tanto que el tratamiento con citocinina tuvo la proporción mas baja (5.53% menos que el testigo).

Los análisis nos indican claramente que paclobutrazol aumenta la cantidad de frutos y rendimiento del árbol, pero disminuye la calidad de estos, ya que los mantiene pequeños, ácidos y con una

menor cantidad de parte comestible (mesocarpo); por su parte el tratamiento con citocinina, al inducir mayor rendimiento en kg de fruta, con frutos de mayor relación de sólidos solubles totales-acidez titulable y la menor proporción de semilla con respecto al fruto, (mayor volumen de mesocarpo), lo ubica como el mejor tratamiento para producir abundante cosecha y de buena calidad.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye que:

- Paclobutrazol inhibe crecimiento vegetativo y adelanta la floración.
- Paclobutrazol y citocinina superan al testigo producción.
- Paclobutrazol produce frutos ácidos y de menor tamaño.
- Citocinina además de ser un tratamiento que genera mayores rendimientos por árbol, produce frutos de alta calidad.
- Los niveles de almidón y nitrógeno reducido si están relacionados con el proceso de floración.
- La cantidad de sólidos solubles totales fue mayor en el tratamiento con citocinina, de igual forma tuvo el mejor color de exocarpo a la par del tratamiento con ethrel y testigo.
- Los tratamientos no afectan la concentración foliar de N-P-K, sin embargo, en yemas esta tiende a ser mayor en los árboles tratados con Citocinina.

LITERATURA CITADA

- Avilán, L. y C. Rengifo.1990. El mango. Primera edición Editorial América. Venezuela. 401 p.
- Burondkar, M. and R.Cunjate. 1991. Regulation of shoot growth and flowering in ‘Alphonso’ mango with paclobutrazol. *Acta Horticulturae* 291: 79-84.
- Chacko, E. 1991. Mango flowering – still an enigma !. *Acta Horticulturae*. 291:12-20.
- Davenport, T. and R. Nuñez-Elisea. 1991. Is endogenous ethylene involved in mango floral induction ? *Acta Horticulturae* 291 85-94.
- Davie, J. and P.Stassen. 1997. Mango model: starch distribution in different tissues of ‘Sensation’ mango trees of varing ages. *Acta Horticulturae* 455: 143-150.
- Galán V. 1999. El cultivo del mango. Ediciones Mundi-prensa. Primera edición. Madrid. 298 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 p.
- Hillier, G. 1991. Promotion of regular fruit cropping in mango with cultar. *Acta Horticulturae* 291: 51-59.
- Khader, S. 1990. Orchard application of paclobutrazol on ripening and storage of mango fruits. *Scientia Horticulturae* 41(4):329-335.
- Mata, I. y R. Mosqueda. 1998. La Producción del Mango en México. Editorial Limusa, primera reimpresión. México. 159 p.

- Medina, V. M. and R. Nuñez. 1997. Summer promotion of vegetative shoots to increase early flowering response of mango trees to ammonium nitrate sprays. *Acta Horticulturae* 455: 188-195.
- Mosqueda, R. 1989. Sistemas de Producción Forzada en Frutales Tropicales: revisión en Piña y Mango. Memorias del Simposium Producción Forzada en Frutales. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. México. 36 p.
- Núñez-Elisea, R., T. Davenport and M. Caldeira. 1993. Bud initiation and morphogenesis in 'Tommy Atkins' mango as affected by temperature and triazole growth retardants. *Acta Horticulturae* 341: 183-197.
- Oosthuysen, S.A. 1997. Effect of KNO₃ sprays to flowering mango trees on fruit retention fruit size, tree yield, and fruit quality. *Acta Horticulturae* 455: 539-545.
- Perez, M., S. Salazar; V. Vasquez, S. Subhadrabandhu and A. Pichakum. 2000. Delayed inflorescence bud initiation a due for the lack of response of the 'Tommy Atkins' mango to promoter of flowering. *Acta Horticulturae* 509: 567-572.
- Pharaphut, A., K. Krisanapook; A. Pichacum and K. Justamane 2000. Change of total non structural carbohydrates within shoot of Nam Dok Mai' mango sfter paclobutrazol application. *Acta Horticulturae* 509: 559-565.
- Memorias del Simposium Producción Forzada en Frutales. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. México. 36 p.
- Rodríguez-Alcazar J. 1989. Inducción y Diferenciación Floral en Frutales Tropicales y Subtropicales, Una especie en Revisión. Memorias del Simposium Producción Forzada en Frutales. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. México.
- Rowley, A. 1990. The effect of cultar applied as soil drench on Zill mango trees. *Acta Horticulturae*. Wageningen 275: 211-215.
- SAS. Institute. 1997. SAS/Stat. User's guide, release 6.12 Edition Cary. N.C. USA. 1020 p.
- Sauco, G., D. Fernández and R. López. 1991. Effects of ethephon on mango flowering. *Acta Horticulturae* 291: 43-50.
- Sergent, E., D. Ferrari and F. Leal. 1997. Effects of potassium nitrate and paclobutazol on flowering induction and yield of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. *Acta Horticulturae* 455: 180-185.
- Shinde, A., G. Waghmare, R. Wagh and M. Burondkar. 2000. Effect of dose and time of paclobutrazol application on flowering and yield of mango. *Indian Journal of Plant Physiology* 5 (1): 82-84.
- Singh, Z. and B. Dhillon 1986. Effect of naphthalen acetic acid, ethrel, dikegulak and hand deblossoming on floral malformation, flowering, yield and fruit quality of mango (*Mangifera indica* L.). *Acta Horticulturae* 175: 307-313.

- Tongumpai, P., K. Jutamanee, R. Sethapakdi and S. Subhadrabandhu. 1991. Variation in level of giberellin-like substances, during vegetative growth and flowering of mango cv. 'Khiev Sawoey'. *Acta Horticulturae* 291: 105-107.
- Whilley, A. 1993. Enviromental effects on phenology and physiology of mango a review *Acta Horticulturae* 341: 169-175.