RESIDUALIDAD DE PACLOBUTRAZOL EN FRUTOS DE MANGO (*Mangifera indica* L.) 'TOMMY ATKINS'

J. A. Osuna-García[1¶]; R. Báez-Sañudo[2]; V. M. Medina-Urrutia[3]; X. Chávez-Contreras[4].

[1]INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla. Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit. C.P. 63300. México. Tel. y Fax (3) 235 07 10. Correo-e: josunaga@prodigy.net.mx ([¶]Autor responsable).

[2]CIAD, A. C. Carretera a la Victoria Km. 0.6. Hermosillo, Sonora. C.P. 83000. Tel. y Fax (6) 280 04 22. Correo-e: rbaez@cascabel.ciad.mx

[3]INIFAP-C.E. Tecomán. Apdo. Postal # 88. Tecomán, Colima. Tel. y Fax (3) 324 01 33. Correo-e: ctecoman@volcan.ucol.mx

[4]INIFAP-C. E. Valle de Apatzingán. Km. 17 Carretera Apatzingán-Uruapan. C.P. 60600. Apatzingán, Michoacán. Tel. y Fax (4) 592 51 40. Correo-e: xchavezc@prodigy.net.mx

RESUMEN

México es el primer exportador de mango en el mundo. Anualmente se exportan alrededor de 165,000 t, de las cuales al menos el 25 % corresponden al cultivar Tommy Atkins. Debido a que el precio del mango está en función de la oferta y la demanda, las cosechas adelantadas duplican e incluso triplican su valor. Los nitratos de amonio y/o potasio no funcionan en 'Tommy Atkins' para adelantar la floración, pero el paclobutrazol (PBZ) aplicado al suelo adelanta este proceso hasta en 40 días. Sin embargo, este producto tiene restricciones para su uso en frutales en los Estados Unidos por su alta persistencia en el suelo, posible contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de traslocación en los frutos. Lo anterior podría afectar la comercialización de este cultivar que genera alrededor de 40 millones de dólares anuales en divisas para el país. Este trabajo se estableció con la finalidad de determinar si se detectan residuos de PBZ en frutos de mango 'Tommy Atkins' cosechados de árboles tratados con este regulador del crecimiento. Durante la temporada de 1998 en Michoacán y Colima se tomaron muestras de frutos de huertos de 'Tommy Atkins' tratados con PBZ al suelo durante 1996 o 1997 o durante ambos años. Se determinó la residualidad de PBZ mediante cromatografía de gases. No se detectaron residuos del producto cuando fue aplicado en años individuales, sólo se detectaron trazas (niveles por abajo del límite de detección) cuando se aplicó en dos años consecutivos.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: Cromatografía de gases, promotores de floración, regulador de crecimiento, triazol.

PACLOBUTRAZOL RESIDUES IN 'TOMMY ATKINS' MANGO FRUITS (*Mangifera indica* L.)

SUMMARY

Mexico is the world´s most important mango exporting country. Approximately 165,000 tons of mangos are exported every year. About 25 % of these exportations belong to the Tommy Atkins cultivar. Due to the fact that the price of mango depends on supply and demand, an early harvest can double or even triple its price. The ammonium and/or potassium nitrates have been used successfully to promote early flowering of several mango cultivars, but there is no success with the Tommy Atkins cultivar. Paclobutrazol (PBZ) has been applied as a soil drench, and has promoted early flowering in the Tommy Atkins cultivar for about 40 days. However, the United States has established a set or restrictions to use this substance due to its high persistence in soil, and because it has been identified as a possible cause of irrigation water pollutant, that could have tralocation in to the fruits. These facts may reduce this fruit exportation to the United States, which produces an income of 40 million dollars per year to Mexico. This research was established with the purpose of determining if PBZ's residues affect the 'Tommy Atkins' mango fruits harvested from trees treated with this plant growth retardant. Commercial 'Tommy Atkins' orchards treated with PBZ during 1996, 1997 or during both years were sampled from the 1998's mangos production season in the states of Michoacán and Colima. PBZ residues were identified by gas chromatography. No PBZ residues were detected when the treatment was applied for a year. When the treatment was applied during two consecutive years, very low levels of PBZ were detected (levels below the detection level).

ADDITIONAL KEY WORDS: Gas chromatography, flowering promoters, growth regulator, triazole.

Recibido: 16 de octubre, 2000
Aceptado: 30 de mayo, 2001

INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de mango y el primer lugar en exportación (Paulín, 2000). A nivel nacional se cultivan alrededor de 146,000 ha con una producción aproximada de 1.34 millones de toneladas anuales. La mayoría de la producción es destinada para el consumo nacional y sólo el 10 a 12 % se destina a la exportación. En los últimos años las exportaciones de mango han crecido a un ritmo acelerado, en 1989 se exportaron 60,000 t y para 1996 este volumen se incrementó a 149,900 t, lo cual ha promovido el desarrollo de la industria del mango ya que la generación de divisas es superior a los 100 millones de dólares (Wong *et al*., 1997).

La región Pacífico Centro, integrada por los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, es una de las zonas más importantes en la producción de mango para exportación donde se cultivan más de 35,000 ha, se cuenta con 48 empacadoras y se aporta el 71 % del total del fruto producido para exportación (Medina, 1996). Un problema común en la región es la elevada concentración de la cosecha en un período muy corto, lo cual origina un exceso de oferta y el desplome de los precios afectando la economía de los productores. Lo anterior generó la necesidad de investigación para inducir floraciones adelantadas y obtener cosechas tempranas de mango, en virtud de que la fruta cosechada antes de la temporada normal llega a duplicar o triplicar su valor. La floración se ha logrado adelantar hasta en 45 días para los cultivares Haden, Manila, Diplomático y Ataulfo con aspersiones foliares de nitrato de amonio o nitrato de potasio. Sin embargo, estos tratamientos no tienen efecto en el cultivar Tommy Atkins (Nuñez, 1986, 1988; Macías, 1990; Salazar *et al*., 2000).

El paclobutrazol (2RS,3RS)-1-(4-chloropheny)-4-dimethyl-2-(1H-1,2,4triazol-1-yl) pentan-3-ol, es un triazol, regulador del crecimiento identificado como retardante que actúa como inhibidor de la síntesis de las giberelinas y es usado en ornamentales, manzano y pera para controlar el tamaño del árbol, facilitar la cosecha y promover adelanto de la floración (Sevencontinent Agrichemical Co. Ltd, 2000)[z]. En mango cultivar Tommy Atkins al evaluar el PBZ aplicado al suelo en concentración de 2 a 6 litro·ha^{-1}, se encontró que este producto además de reducir el crecimiento vegetativo, adelantó la floración y cosecha en aproximadamente 40 días (Charnvichit *et al*., 1989; Tongumpai *et al*., 1989; Rowley, 1990; Medina, 1994a, 1994b; Vázquez *et al*., 1994). Además, su efecto residual como retardante del crecimiento de árboles de mango ha sido observado hasta 3 años después de su aplicación (Salazar y Vázquez, 1997). El PBZ es comercializado mundialmente con el nombre comercial de “cultar” y “bonzi” para su uso en aguacate, mango y otros cultivos; sin embargo, en los Estados Unidos de América su uso está autorizado solamente para plantas ornamentales y está restringido para cultivos comestibles (Davenport, 1993). Este mismo autor mencionó que aunque la posibilidad de residuos en fruto es prácticamente nula, se requieren estudios para comprobar lo anterior. Considerando que el cultivar Tommy Atkins representa al menos el 25 % de las exportaciones de mango mexicano y que existe el riesgo potencial de residualidad en el fruto y por consiguiente un rechazo al mismo, se planteó este trabajo con el siguiente objetivo:

Determinar la presencia de residuos de PBZ en frutos de mango ‘Tommy Atkins’ cosechados de árboles a los que se aplicó este regulador del crecimiento durante años individuales o en dos años consecutivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en los estados de Michoacán y Colima, México, en los municipios de Apatzingán y Tecomán, respectivamente, bajo condiciones de trópico seco. Se localizaron huertos comerciales de mango ‘Tommy Atkins’ a los que se aplicó PBZ al suelo en concentración de 5 ml·m^{-1} de diámetro de copa como aplicación inicial y 2.5 ml·m^{-1} de diámetro de copa como segunda aplicación en años consecutivos. Se colectaron frutos en huertos donde se aplicó este regulador de crecimiento durante un solo año (1996 ó 1997) y durante dos años consecutivos (1996 a 1997), contando siempre con sus respectivos árboles testigos sin aplicación. En cada huerto bajo el tratamiento dado (aplicación durante 1996, durante 1997 o durante ambos años) se eligieron cinco árboles distribuidos completamente al azar de los cuales se cosecharon 10 frutos en estadío de madurez 2 (Báez y Bringas, 1995), mismos que fueron enviados al Laboratorio del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD, A. C.) de Hermosillo, Sonora, México, para su análisis de residualidad de PBZ mediante cromatografía de gases.

Para determinar la presencia del PBZ se utilizó la metodología de Wang *et al*. (1988) modificada, la cual consistió en tomar 10 g de la pulpa de los frutos, mismos que se homogeneizaron en una licuadora con 50 ml de metanol mas 20 ml para enjuagar el recipiente que lo contenía. Después se filtró dos veces, una con organza y la otra con papel filtro Whatman del No. 2 y al vacío. Al extracto se le agregaron 10 ml de agua bidestilada y posteriormente se concentró en un rotovapor (Büchi 461 Water bath, Büchi 011 rotor) equipado con una bomba de vacío (Marathon 3/4 hp) hasta obtener una solución acuosa. El extracto se transfirió a un vaso de precipitado, se le agregaron 50 ml de agua bidestilada y se ajustó el pH a 11 con NaOH 1 N. El extracto se vertió en un embudo de separación y se le agregó diclorometano en partes iguales.

[z] http:www.zjg.js.cn/factory/seven/english/products/pesticides/07.htm

Se agitó y se dejó reposar hasta que se observaron dos capas. La parte superior se eliminó y la parte inferior que contenía el diclorometano se rescató. Esta se rotoevaporó de la misma manera mencionada anteriormente, al extracto obtenido se le agregó 1 ml de acetona y se transfirió a tubos eppendorf para evaporar el solvente con N_2 y en baño maría a 60 ºC hasta sequedad. Las muestras deshidratadas se derivaron agregándoles 1 ml de tri-syl (bis(trimethyl-sylil) triflouracetamina) y calentándolas a 75 ºC durante 30 min con agitación constante, para después centrifugarlas durante 30 min a 14,000 rpm. El sobrenadante se inyectó a un cromatógrafo de gases Varian Star 3400 Cx equipado con un detector de ionización de flama y una columna DB-1 de 30 m de largo por 0.53 mm de diámetro interno y empacada con CP-sil 5 CB (5 % de metil fenil silicona) con un tamaño de partícula de 1.5 micrones (J&W Scientific). El programa de corridas consistió en usar una temperatura de inyección de 250 ºC; la temperatura de la columna inició a 160 ºC aumentando a una velocidad de 10 ºC por minuto hasta 250 ºC en donde se mantuvo por 12 minutos.

Para determinar la concentración de PBZ se calculó una curva estándar utilizando 0.090, 0.200, 0.333, 0.500 y 1.0 mg de PBZ diluidos en 1 ml de tri-syl (Figura 1). En las condiciones mencionadas, el tiempo de retención para el PBZ se determinó entre los 9.23 y 9.40 min, lo cual coincide con lo reportado por Wang *et al.* (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron residuos de PBZ en frutos cosechados de árboles tratados con este producto cuando se aplicó en años individuales, sin embargo, se detectaron trazas del mismo en frutos de árboles que fueron aplicados en dos años consecutivos (Figura 2). Davenport (1993) y Galán (2000) mencionaron que es poco probable que el PBZ se trasloque a frutos, ya que se mueve solamente por el xilema; aunque ambos coinciden en que el producto persiste mucho tiempo en el suelo por lo que podría limitarse su uso para evitar la contaminación del mismo y percolación a mantos acuíferos. Debido a que en este trabajo se detectaron trazas de PBZ en frutos de árboles tratados por dos años consecutivos, sería deseable omitir esta recomendación en tanto no se realicen estudios más detallados para confirmar este resultado. Estudios previos indican que una sola aplicación de PBZ cada dos o tres años es suficiente para lograr reducción del tamaño del árbol y adelanto de floración en mango 'Tommy Atkins' (Medina, 1994a ; Vázquez *et al*., 1994; Salazar y Vázquez, 1997).

Por otro lado el homólogo de Sanidad Vegetal en Nueva Zelanda (Anónimo, 2000) indica que los máximos niveles permisibles de PBZ en frutos de manzana es de 1 $mg \cdot kg^{-1}$, en tanto que para otros frutos como aguacate, feijoa, kiwi y maracuyá es de 0.01 $mg \cdot kg^{-1}$. De acuerdo con esta información los residuos de PBZ en mangos podrían ubicarse dentro de niveles permisibles, considerando que en el presente estudio solo se detectaron trazas del producto.

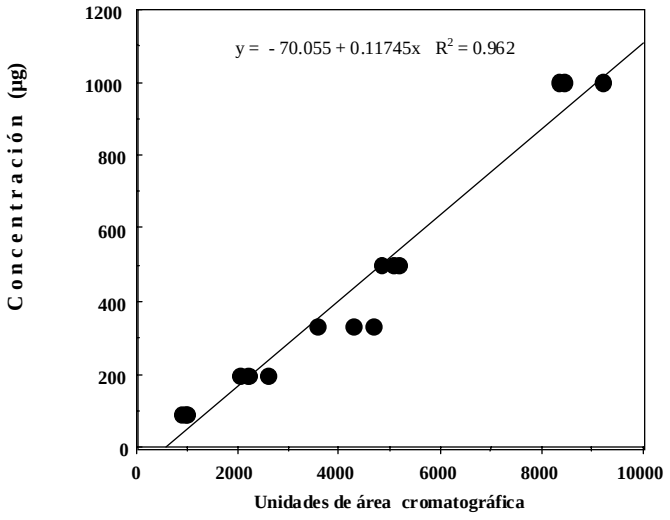

Figura 1. Curva estándar para la determinación de paclobutrazol mediante cromatografía de gases.

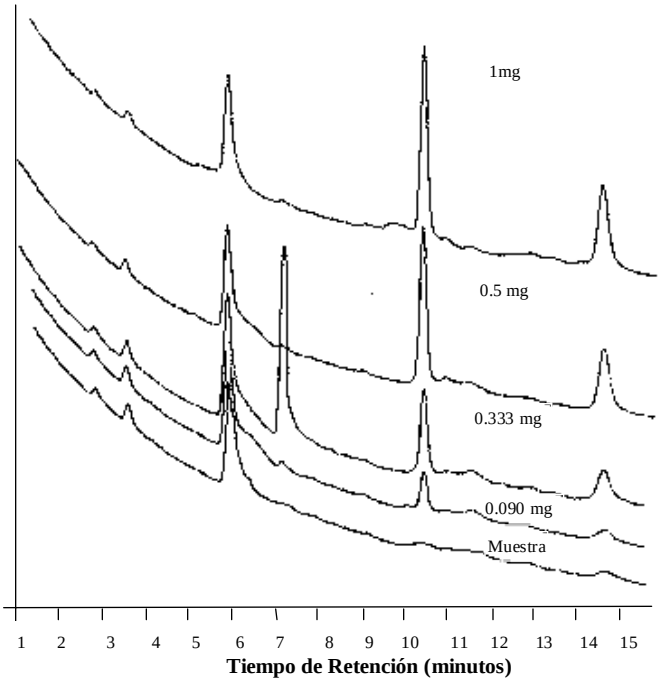

Figura 2. Cromatograma que ilustra la detección del paclobutrazol en estándares y en muestras de mango cultivar Tommy Atkins mediante cromatografía de gases.

CONCLUSIONES

No se detectaron residuos del PBZ en frutos de mango 'Tommy Atkins' cosechados de árboles que recibieron la aplicación del producto en años individuales. Sólo se detectaron trazas cuando el PBZ se aplicó en dos años consecutivos.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo del CONACYT-SIMORELOS (Proyecto 970301007) y de la Fundación Produce Nayarit, A.C., por el financiamiento proporcionado para la realización de este proyecto.

LITERATURA CITADA

ANÓNIMO, 2000. http:// www. maf. govt. nz/ Standards/plants/residues/ mrlaust/ mrlaust10.htm

BAEZ-SAÑUDO, R.; BRINGAS-TADDEI, E. 1995. Elaboración de la norma mexicana de calidad para el mango fresco y su aplicación. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulturae 39: 128-129

CHARNVICHIT, S.; TONGUMPAI, P.; SAGUANSUPYAKORN, C.; PHAVAPHUTANON, L.; SUBHADRABANDHU, S. 1989. Effect of paclobutrazol on canopy size control and flowering of mango 'Nam Dok Mai' and 'Twai Number 4' after hard prunning. Acta Horticulturae 291: 60-66.

DAVENPORT, T. 1993. Floral manipulation in mangos, pp. 54-60. *In*: Proceedings of the Conference in Mango in Hawaii. L.E. Chia and D. O. Evans (eds.). Cooperative Extension Service. University of Hawaii. Honolulu, USA.

GALÁN S., V. 2000. Control de crecimiento y desarrollo en mango. Memorias del Simposium de Mango: Control de floración y mejoramiento genético. Apatzingán, Michoacán, México. 26 y 27 de abril. pp. 94-105.

MACIAS G., J. L. 1990. Respuesta de cultivares de mango a la aspersión de nitrato de amonio. Memoria II Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro de Investigaciones del Pacífico Centro. Colima, México. p. 15.

MEDINA U., V. 1994a. Adelanto de floración en Mango 'Tommy Atkins' con aplicaciones de paclobutrazol. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulturae 38: 56-61.

MEDINA U., V. 1994b. Poda y paclobutrazol afectan el crecimiento y producción de árboles jóvenes de mango cv. Tommy Atkins. Resúmenes XL Reunión Anual de la Interamerican Society for Tropical Horticulture. Campeche, Campeche, México. p. 79.

MEDINA U., V. 1996. Marco de Referencia: Características de las áreas productoras de mango en la región pacífico centro. Documento de trabajo. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro de Investigaciones del Pacífico Centro – Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 60 p.

NÚÑEZ E., R. 1986. Producción temprana de mango 'Haden' y 'Manila' con aspersiones de nitrato de potasio. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Agrícola Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 12 p.

NÚÑEZ E., R. 1988. Nitrato de amonio: nueva alternativa para adelantar floración y cosecha de mango. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Agrícola Experimental Tecomán. Desplegable para Productores No. 4. Tecomán, Colima, México. 1 p.

PAULÍN N., T. 2000. Situación y perspectivas del mango en México. Memorias del II Simposium Latinoamericano del Mango. Mazatlán, Sinaloa, México. 30 p.

ROWLEY A., J. 1990. The effect of cultar applied as a soil drench on Zill mango trees. Acta Horticulturae 275: 211-215.

SALAZAR G., S.; VÁZQUEZ V., V. 1997. Physiological persistence of paclobutrazol on the 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) under rainfed conditions. Journal of Horticultural Science 72(2): 339-345.

SALAZAR-GARCÍA, S., PÉREZ-BARRAZA, M. H.; VÁZQUEZ-VALDIVIA, V. 2000. Effect of ammonium nitrate sprays on flowering and harvest time of 'Manila', 'Ataulfo', and 'Tommy Atkins' mango in Nayarit, Mexico. Acta Horticulturae 509: 573-577.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SUBHADRABANDHU, S. 1989. Effect of paclobutrazol on flowering of mango cv. Khiew Sawoey. Acta Horticulturae 291: 67-70

VÁZQUEZ V., V.; SALAZAR G., S.; PÉREZ B., M.H. 1994. Inducción de floración en mango cultivar Tommy Atkins con paclobutrazol. 11º Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Monterrey, N.L. México. p. 208.

WANG, S. Y.; SUN, T.; WHITAKER, B. D.; FAUST, M. 1988. Effect of paclobutrazol on membrane lipids in apple seedlings. Physiologia Plantarum 73: 560-564.

WONG U., J.M.; ONTIVEROS N., S.; AVENA B., R.; PONCE DE LEÓN G., L.; BÓSQUEZ M., E.; CRUZ G., L.A.; BAEZ S., R. 1997. La industria mexicana del mango: compromiso de calidad. Horticultura Mexicana 5(2): 234-238.