

PROMOTORES DE FLORACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN Y AMINOÁCIDOS EN YEMAS DE MANGO

T. Osuna-Enciso¹; A. E. Becerril-Román²; R. Mosqueda-Vázquez²; M. Villarreal-Romero¹; A. Castillo-Morales³

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo Unidad Culiacán. Carretera Eldorado km 5.5. Apdo. Postal 32-A. C.P. 80129. Culiacán, estado de Sinaloa, México. (*Autor responsable).
Especialidades de Posgrado en ²Fruticultura. IREGEP y ³Estadística, ISEL. Colegio de Postgraduados. C.P. 56230 Montecillo, Estado de México. México.

RESUMEN

La investigación se planteó con el objetivo de determinar almidón y aminoácidos en yemas de mango y su relación con la iniciación floral. Se aplicaron cinco tratamientos: KNO_3 40 g-litro⁻¹, NH_4NO_3 20 g-litro⁻¹, ethrel 1 ml-litro⁻¹, anillado de tallos y testigo. Se realizaron cortes anatómicos en yemas apicales donde se determinaron tres estadios de desarrollo: vegetativas, iniciación floral y diferenciación de la inflorescencia. En este tipo de yemas, también se midió la concentración de almidón y aminoácidos. En los tratamientos nitrogenados fue donde se observó que las yemas tuvieron una transformación más rápida de vegetativas a reproductoras. No se encontró que las variaciones en la concentración de almidón se relacionen con la iniciación floral; por tanto, es posible que el almidón en las yemas no sea un factor determinante para el inicio de la floración en mango. El análisis de aminoácidos en yemas mostró que glicina, asparagina, glutamina, alanina, serina, arginina, leucina, lisina y treonina tuvieron mayor concentración, mientras que el menor nivel se encontró en histidina, tirosina, valina, fenilalanina e isoleucina. La concentración total de aminoácidos fue mayor en yemas en iniciación floral, mientras que los valores más bajos se observaron en yemas vegetativas. Estos resultados indican que niveles altos de aminoácidos en las yemas podrían estar relacionados con la iniciación floral del mango.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Mangifera indica* L., fisiología de floración, iniciación floral, anillado, nitratos, biología de la reproducción.

FLOWERING PROMOTERS AND STARCH AND AMINO ACIDS CONCENTRATION IN MANGO BUDS

SUMMARY

The purpose of this research was to study the relationship between the amounts of amino acids and starch found in the mango buds, and flowering induction. Five treatments were applied: KNO_3 g-liter⁻¹, NH_4NO_3 20 g-liter⁻¹, ethrel ml-liter⁻¹, girdling on stems, and control. Anatomic mango bud cuts were realized, from these data, they were classified into three growth stages: vegetative, flowering initiation, and inflorescence differentiation. Starch and amino acids concentrations were also measured in these buds. It was observed that the buds under nitrogen treatments had a faster transformation from the vegetative to the reproductive stage. It was not found a relationship between the starch concentration and the flowering initiation; therefore, it is quite possible that the starch found in buds is not an important factor that promotes flowering in mango trees. The analysis of amino acids in apical buds showed high level of glycine, asparagine, glutamine, alanine, serine, arginine, leucine, lysine, and treonine; while the analysis also showed that histidine, tyrosine, valine, phenylalanine, and isoleucine, were found in much lower levels. The greater amino acids concentration was found during the flowering initiation, while the lowest levels were identified in vegetative buds. These results indicate that high amino acids' levels might be related to the mango's flowering initiation.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Mangifera indica* L., flowering physiology, flowering initiation, girdling, nitrate, reproductive biology.

INTRODUCCIÓN

El entendimiento de los factores internos y externos que participan en la inducción, iniciación y diferenciación floral del mango, es esencial en el diseño de prácticas de manejo para obtener altas cosechas. Muchos de los estudios están dirigidos a desarrollar técnicas para obtener

cosecha regular o controlar la alternancia de producción, pero no contribuyen con conocimientos para comprender la fisiología de la floración. Barba (1974) concluyó que aspersiones de KNO_3 al 1 % son adecuadas para promover floración en mango. Investigaciones realizadas por Mosqueda y De los Santos (1982) determinaron que KNO_3

al 2 % es la concentración más económica para promover la floración sin causar fitotoxicidad, y que brotes de siete meses de edad respondieron mejor al tratamiento inductivo que los de menor edad. Muchos experimentos han confirmado que asperjar KNO_3 al follaje de árboles de mango promueve la floración (Mosqueda, 1989; Fierro y Ulloa, 1991; Goguey, 1993). Núñez-Elisea y Caldeira (1988) encontraron que las aspersiones de NH_4NO_3 en concentraciones de 2 y 4 % tuvieron el mismo efecto que el KNO_3 para promover la floración en este frutal.

A pesar de los logros que se han alcanzado para estimular la floración en mango con el uso de diversos productos químicos, en algunas ocasiones no se tienen resultados consistentes (Mosqueda, 1989; Davenport y Núñez-Elisea, 1991). Esto indica que el uso de KNO_3 y NH_4NO_3 , así como otros promotores de la floración, sólo actúan como un detonador o refuerzo de las condiciones del medio para promover la floración (Whiley, 1993). De acuerdo con Chacko (1991), los mecanismos precisos que regulan la inducción floral en mango aún no están claros, la aplicación de compuestos nitrogenados ha permitido promover en muchos casos la floración, pero no se tiene claridad de cómo actúan estos productos.

Diversas sustancias endógenas se han relacionado con la inducción e iniciación floral, dentro de ellas están: el almidón (Chacko, 1991), el etileno (Pandey, 1988) y los aminoácidos (Patil *et al.*, 1988). Investigaciones realizadas en mango han mostrado evidencias de que el inicio de la floración está asociado con la acumulación de almidón en las yemas (Singh, 1960; Chandler, 1962; Paulas y Shanmugavelu, 1988; Chacko, 1991). Estudios experimentales indican que la madurez de la yema terminal y la acumulación de carbohidratos en el ápice del brote están asociados con la síntesis del estímulo floral, sin embargo, hasta el momento, no se cuenta con información precisa para sostener dichas aseveraciones (Chacko, 1991). Goldschmidt y Golomb (1982) mostraron que árboles de mandarina con altas reservas de almidón florecieron abundantemente y produjeron altas cosechas, mientras que aquellos con bajas reservas no lo hicieron. Whiley *et al.* (1989) encontraron que la acumulación de almidón en el tronco de árboles de mango ocurrió cuando éstos crecieron menos. La concentración media de almidón fue del 16 %; el cv. Glenn tuvo la concentración más alta con 19 % y la más baja fue en el cv. Kensington con 13 %. También encontraron que el almidón se acumuló cuando cesó el crecimiento vegetativo.

Scholefield *et al.* (1985) determinaron que el nivel de carbohidratos en yemas de aguacate no está relacionado con la iniciación floral, ya que estos compuestos estuvieron en su nivel más bajo previo al inicio de floración; sin embargo, los autores sugieren que el nivel bajo de carbohidratos puede causar la detención del crecimiento

vegetativo, lo que está más relacionado con la iniciación floral. Los autores concluyeron que la inducción floral está controlada por cambios en otras sustancias endógenas y no en el almidón. Por su parte, Goldschmidt *et al.* (1985) informaron que en cítricos el anillado de ramas en otoño incrementó la concentración de almidón y aumentó hasta tres veces el número de flores por rama.

Durante la transición de las yemas, de vegetativas a reproductoras, ocurren eventos moleculares que se caracterizan por una mayor actividad enzimática e incrementos en los niveles de proteínas y ARN (Bernier *et al.*, 1981). Por lo tanto, los aminoácidos y otros compuestos nitrogenados tienen un papel esencial en el metabolismo de las plantas, pues son los productos primarios de la asimilación inorgánica del nitrógeno, los precursores de proteínas y ácidos nucleicos (Stewart y Larher, 1980).

Patil *et al.* (1988) encontraron que en mango el contenido de aminoácidos libres fue significativamente mayor en yemas en diferenciación floral que en yemas no diferenciadas y que el mayor nivel de aminoácidos se presentó durante los primeros estadios de diferenciación floral de las yemas; los aminoácidos que se encontraron en concentraciones más altas fueron: glicina, alanina, serina y treonina. En su estudio, observaron que arginina tuvo un notable incremento durante la diferenciación floral. De acuerdo a los autores, este aminoácido sirve como reserva de nitrógeno y participa en la formación de proteínas. Por su parte, Lovatt (1993) indicó que arginina es precursor de una o más especies de poliaminas, las cuales, promueven la iniciación floral.

Los estudios de Narawadkar y Pandey (1988) en mango 'Bangalora', de poca alternancia, mostraron que en las yemas florales decreció el nivel de aminoácidos durante noviembre (inicio de floración), aumentaron los niveles de ácidos nucleicos y proteínas solubles, lo que sugiere la rápida utilización de aminoácidos. Paulas y Shanmugavelu (1988) establecieron que durante el mes de noviembre, las yemas son demandantes de aminoácidos, ya que se presenta la transición de vegetativas a florales (iniciación floral) y es cuando se forman las bases nitrogenadas para la codificación de la expresión genética.

Considerando las diversas opiniones respecto al papel del almidón y los aminoácidos en la floración de los frutales, la presente investigación se realizó con el propósito de analizar estos compuestos y su relación con la iniciación floral en árboles de mango tratados con promotores de floración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Cotaxtla del Centro de Investigación Regional

del Golfo Centro del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. El Campo Experimental se localiza a 18° 50' latitud norte y 96° 10' longitud oeste, a 14 metros sobre el nivel del mar; en el km 34.5 de la carretera Veracruz-Cordoba, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, México. Se trabajó en árboles cv. Manila de 10 años de edad injertados en árboles del mismo cultivar. Se usó un diseño de bloques completos al azar, tomando en consideración un gradiente de humedad en el terreno. Se seleccionó un árbol como unidad experimental y se aplicaron cinco tratamientos distribuidos en tres bloques; los tratamientos fueron: T1, KNO_3 40 g·litro⁻¹; T2, NH_4NO_3 20 g·litro⁻¹; T3, ethrel 1 ml·litro⁻¹; T4, anillado de tallos y T5, testigo. La aplicación de los tratamientos se hizo al follaje el 27 de octubre de 1996, practicándose en esa misma fecha el anillado, el cual consistió en la eliminación de medio centímetro de corteza, en forma de anillo, en tallos que tenían aproximadamente 10 cm de diámetro. Se realizaron tres muestreos: 19 de octubre, 3 de noviembre y 12 de diciembre, colectando 30 yemas apicales por árbol en cada muestreo; diez fueron destinadas para el estudio anatómico y 20 para los análisis de almidón y aminoácidos.

Para realizar los cortes anatómicos de yemas y obtener preparaciones permanentes se usó la técnica propuesta por Jensen (1962). Diez yemas apicales por tratamiento en cada fecha de muestreo se conservaron en FAA (50 ml de etanol 96 %, 35 ml de agua, 10 ml de formaldehído y 5 ml de ácido acético glacial) por un mes. Después se deshidrataron en alcoholes graduados y se incluyeron en parafina para cortarse a 10 μm en un micrótopo rotatorio American Optical. En seguida, los cortes se montaron en portaobjetos, se tiñeron con safranina y verde fijo, para finalmente colocar un cubreobjeto sobre la preparación cubierta con bálsamo de Canadá.

El almidón se analizó en las tres fechas de muestreo de acuerdo al método colorimétrico descrito por Herrera-Saldaña y Huber (1989). Diez yemas (1 cm de ápice) se secaron en estufa a 60 °C y se molieron. Se pesaron 100 mg de muestra incluyendo estándar de almidón y blancos como testigos. Las muestras se colocaron en tubos de ensaye marca Pyrex con rosca y se les agregó 25 ml de acetato buffer 0.1 molar (8.2 g de acetato de sodio anhidro en 800 ml de ácido benzoico 0.2 %, con ajuste de pH a 5.0). Enseguida, a cada muestra se le agregó 50 μl de la enzima takatherm L-340, cubriéndose el tubo de ensaye con tapón de rosca, para luego colocarse en baño María a 95 °C durante 30 minutos. Se bajó la temperatura de las muestras a 60 °C y se agregaron 100 μl de la enzima diazime L-200, manteniendo las muestras a esa temperatura durante 12 horas. Posteriormente, se tomó una alícuota de 5 ml y se centrifugó en frío (4 °C) a 2000 revoluciones por minuto durante 10 min en una centrífuga

Beckman modelo J2-MI, del sobrenadante se tomó una alícuota de 1 ml y se agregó 10 ml de agua destilada. A continuación, se elaboró una curva de calibración con glucosa (SIGMA) utilizando un espectrofotómetro UV/VIS Varian modelo Cary E, a una longitud de onda de 505 nm. En el mismo equipo se tomaron lecturas de absorbancia de las muestras mediante las cuales se calculó la concentración de glucosa y el porcentaje de almidón.

Para el estudio de aminoácidos, diez yemas apicales (1 cm de ápice) de la primera y segunda fecha de muestreo, se secaron en un liofilizador Labconco modelo Freezone 4.5 y posteriormente se molieron. El análisis se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Lindroth y Mopper (1979) y Jones *et al.* (1981). Se pesaron 100 mg de muestra y se colocaron en un tubo de ensaye Pyrex de 50 ml con rosca. A continuación se agregaron 10 ml de HCl 6 N + 100 ml de tiodietanol y se cubrieron con tapón de baquelita. Las muestras se hidrolizaron en una plancha a 110 °C durante 18 horas, enfriándose a temperatura ambiente, para posteriormente secarse a 65 °C y lavarse en dos ocasiones con agua deionizada en un rotavapor Labconco modelo 78820-00. Al residuo de cada muestra se le agregó 9.6 ml de citrato de sodio pH 2.2 + 400 μl de ácido aminobutírico 0.1 mmolar como estándar interno y se filtró en membrana de 50 μm . De la muestra se tomó una alícuota de 100 μl y se le agregó 100 μl de OPA (10 mg de o-ftalaldehído + 3 ml de buffer de borato de sodio pH 10.4 + 250 de metanol grado HPLC + 37.5 μl de brij + 25 μl de 2-mercaptoetanol, aforando a 10 ml con borato de potasio). Este último proceso, es con el fin de preparar la muestra para inyectarse al cromatógrafo. También se preparó un estándar externo (SIGMA) 0.1 mmolar que contenía los siguientes aminoácidos: aspártico, glutámico, serina, histidina, glicina, treonina, arginina, alanina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina y lisina. Al inicio de cada sesión de trabajo, con una jeringa se tomó una alícuota de 20 μl del estándar externo y se inyectó a un cromatógrafo de líquidos Varian modelo 9010 con columna C-18, de 15 cm de longitud y 4.5 mm de diámetro. Se usó un detector de fluorescencia marca Varian modelo 9070, con longitud de onda de excitación y emisión de 360 y 455 nm, respectivamente, ambos equipos conectados a una computadora con el programa para el análisis de aminoácidos en Windows 3.1. Una vez que se tuvo el cromatograma de los aminoácidos estándares, se procedió a inyectar 20 μl de las muestras preparadas con OPA y enseguida comparar los tiempos de retención de los aminoácidos del cromatograma del estándar externo y el de las muestras. La fase móvil en el cromatógrafo estuvo formada por metanol grado HPLC y buffer de acetato de sodio 0.1 Molar, pH 6.2 + 10 ml de tetrahidrofurano por litro de buffer. Para calcular la concentración de cada aminoácido se consideró la altura del pico en el cromatograma y la concentración ya conocida del estándar interno.

El análisis estadístico de los datos de almidón y aminoácidos se realizó mediante análisis de varianza y prueba de medias de Duncan con una $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología de las yemas

En el primer muestreo, realizado el 19 de octubre, las yemas presentaron características vegetativas en la mayoría de los tratamientos, con excepción del tratamiento con KNO_3 que presentó yemas en iniciación floral. La yema vegetativa se caracterizó por ser ensanchada, domo del ápice ligeramente curvo y pequeños meristemos axilares en los primordios foliares (Figura 1A). En el estadio de iniciación floral se observó alargamiento de la yema apical, ápice en forma de cúpula y formación de protuberancias meristemáticas en las axilas de los primordios foliares más distales del ápice (Figura 1B). De acuerdo con Davenport y Núñez-Elisea (1997), esta última característica es el primer signo que identifica a una yema reproductiva de mango. También Scholefield *et al.* (1986) identificó el crecimiento de los meristemos laterales más distales del ápice como el primer indicio de una yema floral. En el segundo muestreo, efectuado el 3 de noviembre, con excepción del anillado que mantuvo sus yemas vegetativas, el resto de los tratamientos presentaron yemas en iniciación floral. En el tercer muestreo, realizado el 12 de diciembre, sólo los árboles tratados con nitratos presentaron yemas en diferenciación floral, las cuales se caracterizaron por mostrar alargamiento de las protuberancias meristemáticas axilares, las cuales dan origen a los ejes laterales de primer orden en la inflorescencia (Figura 1C). En el resto de los tratamientos las yemas se encontraron en iniciación floral.

Almidón

La prueba de comparación de medias en los primeros dos muestreos, mostró que la concentración de almidón en las yemas no varió significativamente entre tratamientos. En cambio en el muestreo realizado el 12 de diciembre (tercero), se presentó significancia; ethrel y anillado tuvieron los valores más altos y NH_4NO_3 el valor más bajo (Cuadro 1). No obstante esta diferencia, no se observó que los valores más altos de almidón tuvieran correspondencia con un mayor desarrollo reproductivo de las yemas como es documentado por algunos autores, donde se indica que el inicio de la floración en mango está asociado con la acumulación de almidón (Singh, 1960; Chandler, 1962; Paulas y Shanmugavelu, 1988; Chacko, 1991). Por su parte, Scholefield *et al.* (1985) encontró que la concentración de almidón en las yemas de mango permaneció inalterada antes y durante el período de diferenciación floral, concluyendo que no hubo evidencias de que la concentración de almidón en las yemas de mango se relacione con la iniciación floral.

CUADRO 1. Concentración de almidón (porcentaje de materia seca) y estadios de desarrollo en yemas apicales de mango 'Manila'.

Tratamientos	Concentración de almidón (%)		
	Fechas de muestreo		
	19 de octubre	3 de noviembre	12 de diciembre
KNO_3	5.4 a ^z YI	4.4 a YI	4.8 ab YD
NH_4NO_3	5.4 a YV	5.1 a YI	4.7 b YD
Ethrel	5.3 a YV	4.9 a YI	5.4 a YI
Anillado	5.5 a YV	5.5 a YV	5.4 a YI
Testigo	5.5 a YV	4.6 a YI	4.9 ab YI
C.V.	7.5 %	15.0 %	7.1

^zMedias con las mismas letras dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una $P \leq 0.05$.

YV: yema vegetativa; YI: yema en iniciación floral; YD: yema en diferenciación de la inflorescencia; C.V.: coeficiente de variación

Aminoácidos

Los aminoácidos son compuestos importantes en diversas etapas del proceso de floración y muchos de ellos tienen un papel regulatorio, ya que son precursores en la síntesis de proteínas y enzimas (Bernier *et al.*, 1981). En el presente estudio, se encontraron en yemas apicales de mango los siguientes aminoácidos: asparagina, glutamina, serina, histidina, glicina, arginina, treonina, alanina, tirosina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina y lisina.

En el primer muestreo, realizado el 27 de octubre, los aminoácidos con mayor concentración fueron: glicina, asparagina, glutamina, alanina, serina, arginina, treonina, leucina y lisina; entre los que presentaron menor concentración se incluyeron: tirosina, valina, fenilalanina e isoleucina. En este muestreo los árboles que correspondieron al tratamiento con KNO_3 tuvieron la mayor concentración total de aminoácidos, observándose que las yemas de estos árboles estaban en la etapa de iniciación floral, mientras que en el resto de los árboles, la concentración total de aminoácidos fue más baja, mostrándose sólo yemas vegetativas (Cuadro 2).

En el segundo muestreo, realizado el 3 de noviembre, además de los aminoácidos antes mencionados se detectó y cuantificó histidina, quien tuvo la concentración más baja entre los aminoácidos analizados. En los aminoácidos individuales, no se presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos, excepto en el aminoácido tirosina, donde ethrel presentó la mayor concentración y el anillado la menor. En este muestreo, la concentración individual y total de los aminoácidos fue superior a la encontrada en el primer muestreo. La concentración total fue más baja en los árboles anillados, siendo el único tratamiento con yemas en estadio vegetativo, mientras que en el resto de los tratamientos con valores más altos de aminoácidos totales se observaron yemas en iniciación floral (Cuadro 3).

Figura 1. Microfotografías de cortes longitudinales de yemas de mango: A) yema vegetativa; B) yema en iniciación floral; C) yema en formación de la inflorescencia. La barra equivale a 200 μm .

El anillado es una técnica de uso común para promover floración en frutales (Becerril y Rodríguez, 1994), sin embargo, en el presente estudio fue el tratamiento que mostró más retraso en el desarrollo de yemas reproductoras. Posiblemente, una semana no fue el tiempo suficiente para que se manifestara algún efecto en la iniciación de la floración.

Los resultados antes expuestos, coinciden con los estudios de Patil *et al.* (1988) quienes informaron que en brotes de mango 'Alphonso' la concentración de aminoácidos fue más alta en yemas florales que en yemas vegetativas. Los autores señalaron que arginina y fenilalanina presentaron un notable incremento durante la diferenciación floral, mientras que metionina no se detectó. En el presente estudio arginina y fenilalanina no mostraron incrementos entre el primero y segundo muestreo, asimismo no se detectó metionina.

Con relación a la importancia de arginina en la floración, Lovatt (1993) afirma que este aminoácido es precursor de una o más especies de poliaminas, las cuales

actúan como promotores de la división celular en la iniciación floral. Los estudios de Kakkar y Rai (1993) así lo confirman, ya que encontraron incrementos de las poliaminas putrescina y espermidina al inicio de la diferenciación floral en yemas de naranja cv. Valencia. Los autores afirman que en manzano se tienen evidencias de que putrescina, espermina y espermidina actúan en la iniciación floral.

En las dos fechas de muestreo, glutamina, asparagina y glicina fueron los aminoácidos que presentaron las concentraciones más altas, entre 20.9 y 10 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ de materia seca (Cuadros 2 y 3). Esto se puede deber a que en los dos primeros se lleva a cabo la asimilación primaria del nitrógeno (Titus y Kang, 1982). Además, son los compuestos transportadores del nitrógeno más comunes en las plantas. Por lo que respecta a glicina, la aminación de este compuesto se lleva a cabo durante la fotorrespiración (Maldonado, 1993), proceso que puede ser común en mango, considerando que el medio donde se desarrolla esta especie se caracteriza por haber altas temperaturas y abundante radiación solar.

Bernier (1981) señaló que durante el desarrollo de los meristemas florales hay una gran demanda de metabolitos donde destacan los aminoácidos, ya que se incrementan los niveles de ARN, síntesis de enzimas hidrolíticas y proteínas, por tal motivo, la mayor concentración total de aminoácidos que se presenta en la iniciación floral, puede estar relacionado con un aumento en el metabolismo de las yemas.

En la iniciación floral del mango intervienen diversos factores endógenos y del medio ambiente (Pandey, 1988; Chacko, 1991). Por lo tanto, de acuerdo a los resultados expuestos, se coincide con la afirmación de Whiley (1993), quien afirma que los compuestos nitrogenados podrían estar cubriendo uno o más de los múltiples factores nutrimentales o de relación con el estrés que al combinarse con otros requerimientos culminan con la floración.

CONCLUSIONES

Las variaciones en el contenido de almidón en las yemas de mango no mostraron relación con el desarrollo

reproductivo de las mismas. Por otra parte, La concentración total de aminoácidos fue más baja en yemas vegetativas, mientras que los valores más altos se observaron en la iniciación floral, por lo que altos niveles de aminoácidos podrían estar relacionados con el inicio de la floración en mango.

LITERATURA CITADA

- BARBA, R. C. 1974. Induction of flowering of the mango by chemical spray. *Crop. Sci. Soc. Philipp. Proc.* 5: 154-160.
- BECERRIL R., A. E.; RODRÍGUEZ A., J. 1994. Producción forzada en frutales de clima templado, pp. 9-12. *In: Memorias del Simposium Producción Forzada en Frutales.* R. Cano M.; A. E. Becerril R.; J. Rodríguez A.; H. González R. (eds). Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- BERNIER, G.; KINET J. M.; SACHS R. M. 1981. The physiology of flowering. Vol. II. CRS., Boca Raton, Florida, USA. 230 p.
- CHACKO, E. K. 1991. Mango flowering-still an enigma. *Acta Hort.* 291: 12-21
- CHANDLER, W. H. 1962. *Frutales de Hoja Perenne.* Traducción al español de J. L. De La Loma. UTEHA. D. F., México. 666 p.

CUADRO 2. Concentración de aminoácidos y estadios de desarrollo en yemas de mango 'Manila'. Muestreo realizado el 19 de octubre de 1996, una semana antes de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Aminoácidos (μmol·g ⁻¹ de materia seca)													Total	Estudio de las yemas
	Asp	Glu	Ser	Gli	Tre	Arg	Ala	Tir	Val	Fen	Iso	Leu	Lis		
KNO ₃	18.6 a ^z	19.3 a	16.9 a	20.9 a	12.3 a	18.4 a	17.0 a	6.7 a	8.2 a	7.8 a	7.7 a	15.7 a	12.4 a	181.9 a	YI
H ₄ NO ₃	16.6 a	17.1 a	15.2 ab	19.5 a	11.0 ab	16.8 a	15.2 ab	5.5 a	7.4 a	7.2 a	7.0 a	14.1 ab	11.3 ab	169.9 ab	YV
Ethrel	13.0 a	14.0 a	12.9 ab	16.3 a	8.6 ab	13.5 a	12.9 abc	4.7 a	6.0 a	6.5 a	5.7 a	10.1 bc	9.3 abc	133.5 bc	YV
Anillado	11.0 a	11.0 a	10.0 b	11.0 a	7.0 b	7.3 a	9.3 c	4.0 a	4.5 a	4.4 a	4.3 a	8.3 c	6.6 c	89.7 c	YV
Testigo	12.8 a	12.8 a	10.6 b	11.5 a	8.2 ab	10.7a	10.9 bc	4.2 a	5.5 a	5.2 a	5.0 a	10.1 bc	7.2 bc	96.7 c	YV
C. V. (%)	15.2	11.3	9.0	13.0	10.3	16.1	6.7	11.4	19.5	15.3	17.7	8.2	9.0	37.5	

^zMedias con las mismas letras dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan, a una P≤0.05.

Asp: asparagina; Glu: glutamina; Ser: serina; Gli: glicina; Tre: treonina; Arg: arginina; Ala: alanina; Tir: tirosina; Val: valina; Fen: fenilalanina; Iso: isoleucina; Leu: leucina; Lis: lisina. YV: yema vegetativa; YI: yema en iniciación floral; YD: yema en diferenciación de la inflorescencia; C.V.: Coeficiente de variación

CUADRO 3. Concentración de aminoácidos y estadios de desarrollo en yemas de mango 'Manila'. Muestreo realizado el 3 de noviembre de 1996, una semana después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Aminoácidos (μmol·g ⁻¹ de materia seca)														Total	Estadio de las yemas
	Asp	Glu	Ser	His	Gli	Tre	Arg	Ala	Tir	Val	Fen	Iso	Leu	Lis		
KNO ₃	19.3 a ^z	18.7 a	16.3 a	4.8 a	20.8 a	12.8 a	12.3 a	18.0 a	6.8 ab	9.4 a	8.6 a	8.5 a	16.5 a	13.4 a	186.2 a	YI
NH ₄ NO ₃	17.9 a	18.1 a	15.1 a	5.5 a	18.7 a	11.7 a	14.6 a	15.8 a	5.7 ab	9.3 a	7.6 a	8.7 a	15.4 a	11.1 a	175.2 a	YI
Ethrel	20.6 a	19.9 a	17.3 a	7.9 a	21.5 a	14.8 a	16.0 a	17.8 a	8.0 a	9.8 a	9.1 a	9.2 a	18.3 a	14.5 a	204.7 a	YI
Anillado	17.6 a	17.0 a	15.1 a	4.4 a	19.6 a	11.4 a	11.9 a	14.2 a	4.6 b	7.6 a	6.8 a	7.2 a	14.2 a	9.8 a	151.6 a	YV
Testigo	19.3 a	18.6 a	16.4 a	4.7 a	20.6 a	13.2 a	12.2 a	17.6 a	6.5 ab	9.4 a	8.5 a	8.6 a	16.6 a	12.6 a	184.8 a	YI
C. V.	13.7	15.4	10.4	41.2	15.4	15.7	30.5	12.8	21.0	15.8	16.3	15.1	12.2	20.6	37.91	

^zMedias con las mismas letras dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una P≤0.05.

Asp: asparagina; Glu: glutamina; Ser: serina; Gli: glicina; Tre: treonina; Arg: arginina; Ala: alanina; Tir: tirosina; Val: valina; Fen: fenilalanina; Iso: isoleucina; Leu: leucina; Lis: lisina. YV: yema vegetativa; YI: yema en iniciación floral YD: yema en diferenciación de la inflorescencia; C.V.: Coeficiente de variación

- DAVENPORT, T. L.; NÚÑEZ-ELISEA, R. 1991. Is endogenous ethylene involved in mango floral induction?. *Acta Hort.* 291: 85-94.
- DAVENPORT, T.L.; NÚÑEZ-ELISEA, R. 1997. Reproductive physiology, pp. 69-146. *In: The Mango: Botany, Production and Uses.* Litz, R. E. (ed). CAB International. London, UK.
- FIERRO, C. A.; ULLOA M. 1991. A developmental reference stage for flower induction response to potassium nitrate in mango. *Acta Hort.* 291: 71-78.
- GOLDSCHMIDT, E. E.; GOLOMB, A. 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(2): 206-208.
- GOLDSCHMIDT, E. E.; ASCHKENAZI, N.; HENZANO, A.; SCHAFFER, A.; MONSELISE, S. P. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Hort.* 26: 159-166.
- GOGUEY, T. 1993. Study of the effects of three flower-inducing substances on 'Kent' and 'Zill' mango. *Acta Hort.* 341: 217-224.
- HERRERA-SALDAÑA, R.; HUBER, J. T. 1989. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cow. *J. Dairy Sci.* 72: 1477-1483.
- JENSEN, W. A. 1962. *Botanical Histochemistry, Principles and Practice.* W. H. Freeman. San Francisco, CA. USA. 408 p.
- JONES, B. N.; PAABO, S.; STEIN, S. 1981. Amino acid analysis and enzymatic sequence determination of peptides by an improved o-phthalaldehyde precolumn labeling procedure. *J. Liquid Chromatog.* 4: 565-586.
- KAKKAR, R. K.; RAI, V. K. 1993. Plant polyamines in flowering and fruit ripening. *Phytochemistry* 33: 1281-1288.
- KINET, J. M.; SACHS, R. M.; BERNIER, G. 1985. *The Physiology of Flowering.* Vol III. CRS., Boca Raton, Florida, USA. 274 p.
- LINDROTH, P.; MOPPER, K., 1979. High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthalaldehyde. *Anal. Chem.* 51: 1667-1674.
- LOVATT, C. J. 1993. Influence of nitrogen, carbohydrate and plant growth regulators on flowering, fruit set, and yield of citrus - with special emphasis on the role of ammonia and/or its metabolites in flowering, fruit set, and yield in the 'Washington' navel orange. *Memorias del II Simposium Internacional sobre Sistemas de Producción en Cítricos,* Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 292-310.
- MALDONADO, J., M. 1993. Asimilación del nitrógeno y del azufre, pp. 215-236. *In: Fisiología y Bioquímica Vegetal.* J. Ascon-Bieto; M. Talón (eds). Interamericana-McGraw-Hill. Madrid, España.
- MOSQUEDA V., R. 1989. Sistemas de producción forzada en frutales tropicales: revisión en piña y mango, pp. 24-31. *In: Memorias del Simposium Producción Forzada en Frutales.* R. Cano M.; A. E. Becerril R.; J. Rodríguez A.; H. González R. (eds). Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- MOSQUEDA V., R.; DE LOS SANTOS R., F. 1982. Aspersiones de nitrato de potasio para adelantar e inducir la floración del mango cv. Manila en México. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg.* 25: 311-316.
- NARAWADKAR, P. R.; PANDEY, R. M. 1988. Seasonal changes in the nucleic acids, proteins and amino acids in developing mango buds. *Acta Hort.* 231: 399-404.
- NÚÑEZ-ELISEA, R.; CALDEIRA, M., L. 1988. Induction of flowering in mango (*Mangifera indica* L.) with ammonium nitrate sprays. *HortScience* 23: 833.
- PANDEY, R. M. 1988. Physiology of flowering in mango. *Acta Hort.* 231: 361-380.
- PATIL, P. B.; RAO, M. M.; BASARKAR, P. B.; JANARDHAN, K. V.; SRINIVASAN, C. N.; NALAWADI, U. G. 1988. Role of free amino acids in fruit bud differentiation in 'Alphonso' mango shoots. *Acta Hort.* 231: 405-411.
- PAULAS, D.; SHANMUGAVELU, K. G. 1988. Physiological and biochemical changes in the leaf tissues from quiescent to fruiting stages of mango. *Acta Hort.* 231: 394-398.
- SCHOLEFIELD, P. B.; SEDGLEY, M.; ALEXANDER, Mc. E. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Hort.* 25: 99-110.
- SCHOLEFIELD, P.B.; OAG, D. R.; SEGLEY, M. 1986. The relationship between vegetative and reproductive development in the mango in Northern Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 37: 425-433.
- SINGH, L. B. 1960. *The Mango-Botany, Cultivation, and Utilization.* Leonard Hill, London, UK. 439 p.
- STEWART, G. R.; LARHER, F. 1980. Accumulation of amino acids and related compounds in relation to environmental stress. *Biochem. Plants* 8: 609-635.
- TITUS, J. S.; KANG, S. M. 1982. Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees. *Hort. Rev.* 4: 204-246.
- WHILEY, A. W. 1993. Environmental effects on phenology and physiology of mango - a review. *Acta Hort.* 341: 168-176.
- WHILEY, A.W.; RASSMUSSEN, T. S.; SARANAH, J. B.; WOLSTENHOLME, B. N. 1989. Effect of temperature on growth, dry matter production, and starch accumulation in ten mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *J. Hort. Sci.* 64(2): 753-765.