

La temperatura mínima como determinante ambiental en la iniciación floral del mango

Minimum temperature an environmental determinant in the floral initiation of mango

Marelia PUCHE¹, Mercedes PÉREZ MACIAS²✉, Enio SOTO², Rosana FIGUEROA¹, María GUTIERREZ² y Luis AVILÁN ROVIRA²

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, 2101, estado Aragua, Venezuela e
²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-CENIAP), Maracay, 2101, estado Aragua, Venezuela.
E-mails: puchem@agr.ucv.ve, mercedesperez@inia.gob.ve, esoto@inia.gob.ve, figueroar@agr.ucv.ve y
avilanrovira@hotmail.com ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 15/10/2010 Fin de primer arbitraje: 19/01/2012 Primera revisión recibida: 29/02/2012
Fin de segundo arbitraje: 18/04/2012 Segunda revisión recibida: 27/04/2012 Aceptado: 14/05/2012

RESUMEN

En zonas tropicales, el inicio de la floración del mango está gobernado por factores ambientales, expresión genética y origen del cultivar. Puede ser promovido por déficit hídrico, manejo hortícola y de modo natural, por descenso de la temperatura. En el Campo Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, Venezuela, se analizaron seis ciclos consecutivos de floración durante 2002 a 2008, en parcelas previamente establecidas, con un total de 20 árboles de mango, de 12 años de edad, 10 de 'Haden' y 10 de 'Edward'. Se caracterizó el clima del área de estudio (1980-2008) y se registraron las condiciones meteorológicas durante el ensayo. Hubo diferencias significativas en las variables asociadas a la fenología floral entre ciclos y para días de inicio de floración (DIF), entre cultivares. El acumulado del número de días (DFrío) con temperaturas mínimas por debajo de un umbral (21°, 20°, 19°, 18° y 17°C) mostró un patrón estacional y variabilidad de año a año. En los ciclos más cálidos, 'Haden' no presentó relación entre DFrío y DIF, mientras que en los ciclos más frescos se observó una relación lineal. Esta relación lineal se observó también en Edward, excepto en el ciclo 5, por ello este cultivar parece ser más sensible a variaciones de la temperatura mínima. Ello sugiere la existencia de requerimientos distintos en cuanto al número de días con temperaturas mínimas para los dos cultivares.

Palabras clave: Fenología, regímenes térmicos, iniciación floral

ABSTRACT

In tropical zones, initiation of flowering in mango is governed by environmental factors, genetic expression and cultivar origin. It can be promoted by water deficit, management practices and naturally, by low temperatures. In the experimental field of the National Center for Agronomic Research (CENIAP), Maracay, Venezuela, in a previously established trial, six consecutive flowering cycles were analyzed during 2002 to 2008. Plots had twenty mango trees of 12 years old, including 10 of 'Haden' and 10 of 'Edward'. Climatic characterization (1980-2008) of the study area was made, also, meteorological conditions during the trail were recorded. Significant differences in variables related to flowering phenology were found between cycles and there were differences in days at flowering (DIF) between cultivars. The accumulated number of days (DFrío) with minimum temperatures below a threshold (21°, 20°, 19°, 18° and 17°C) showed a seasonal pattern as well as year to year variability. During warmer cycles, 'Haden' did not show any relationship between DFrío and DIF, whereas, a linear relationship was evident in cycles with lower minimum temperatures. Except for cycle 5, this linear relationship was also observed in 'Edward', therefore it seems that this cultivar is either more sensitive to variations of minimum temperature. Results suggest that temperature requirements are different for each cultivar.

Key words: Phenology, thermal regimes, floral initiation.

INTRODUCCION

La floración es la fase más importante dentro del ciclo fenológico de los frutales, y su época de aparición esta gobernada por factores como las condiciones climatológicas locales, la variedad y el

manejo agronómico. Su iniciación y diferenciación, puede ser promovida en condiciones de campo, por un estrés provocado por bajas temperaturas, que precedido por señales hormonales internas, relacionadas con la edad de las hojas, van a determinar la época de su aparición (Kulkarni, 1991; Núñez, 1994; Avilán *et al*, 2003 y Davenport, 2003).

Por lo tanto se esperaría que la iniciación floral es sólo posible cuando aparece un balance hormonal favorable, consecuencia de una disminución de la velocidad del crecimiento vegetativo (ralentización) y/o del establecimiento del reposo, este estado de iniciación, aparece bajo diferentes circunstancias susceptibles de ser promovida por déficit hídrico, tratamientos cáusticos, inhibidores de crecimiento y de modo natural, por descenso de la temperatura y en algunos casos por déficit hídrico (Núñez-Eliséa, *et al.*, 1996; Kulkarni, 2004 y Davenport, 2009).

En el trópico, la baja producción del mango se atribuye a la posible carencia de inducción floral, debido a la falta de un estímulo, señalado como la presencia de bajas temperaturas, que en condiciones de campo esta asociada con un incremento de la frecuencia de días con T° menores o iguales a 20°C, en los 30 días que preceden la floración visual (Avilán *et al.*, 2002; Avilán *et al.*, 2003)., acompañado además, de un crecimiento no sincronizado (Coetzer *et al.*, 1995; Crane *et al.*, 1997; Davenport, 2007)

En este trabajo se evaluó la relación entre el régimen térmico y el inicio de la floración del mango. Para ello se caracterizó antes y durante el periodo de ensayo, el clima del área de estudio, definiendo el ciclo fenológico anual para identificar el papel de la temperatura mínima como determinante ambiental en la iniciación floral del mango, en condiciones naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Este trabajo se realizó en el Campo Experimental del CENIAP a 10° 17' N, 67° 36' W, a 480 msnm, Maracay estado Aragua, Venezuela. En parcelas ya establecidas, se realizaron observaciones y muestreos semanales, durante los ciclos 2002-2008, en 20 árboles de 12 años de edad, diez árboles del cultivar 'Haden' y diez del cultivar 'Edward'.

Establecimiento del ciclo fenológico anual, fecha de inicio, intensidad y duración de la floración

Para evaluar la fenología del mango, se definió el ciclo anual, respetando las prácticas agronómicas establecidas en el huerto. Considerando que la fecha de cosecha se realiza en el mes de junio

de cada año, se estableció el inicio de cada ciclo fenológico anual (CFA) el primer día del mes de julio, de manera de garantizar uniformidad en el inicio de la fase vegetativa para ambos cultivares, concluyendo el ciclo a los 30 días del mes de junio del siguiente año. Los días a inicio de floración (DIF), para cada año, se calcularon cuantificando los días transcurridos desde el primero de julio hasta el día en que la presencia de las estructuras florales correspondientes al estadio "C" (Aubert y Lossois, 1972) fue superior al 10% de la superficie de la copa en al menos tres árboles. Debido a que el campo fue visitado con una frecuencia semanal esta fecha corresponde al día de visita en que por primera vez se observo el evento; los días a máxima intensidad (DMF), se cuantificaron a partir de la fecha de inicio de la floración como el tiempo transcurrido hasta la fecha de visita donde se observó la máxima cobertura de floración en cada árbol; el fin de la floración (DF) correspondió a los días transcurridos entre el inicio de la floración (DIF) y la fecha en la cual se observe una intensidad menor al 10% de floración por árbol en al menos tres árboles; (Figura 1). Para la intensidad de floración (INTEN) se consideró el criterio de dividir la copa del árbol en cuatro cuadrantes imaginarios a los cuales se les asignó un porcentaje máximo de 25%, en caso de que estuviera presente la fase de floración en todo el cuadrante (Fournier, 1974).

Relación temperatura - fenología reproductiva

Se utilizaron los datos diarios de la estación climática del CENIAP, desde 1980-2008, los cuales se promediaron para obtener los valores mensuales de temperatura máxima (tmáx), temperatura mínima (tmín), y sus estadísticas básicas para comparar los valores de temperatura entre los ciclos, se utilizó la separación de medias mediante el test de Tukey.

Existen evidencias de que la diferenciación floral del mango esta asociada a las temperaturas

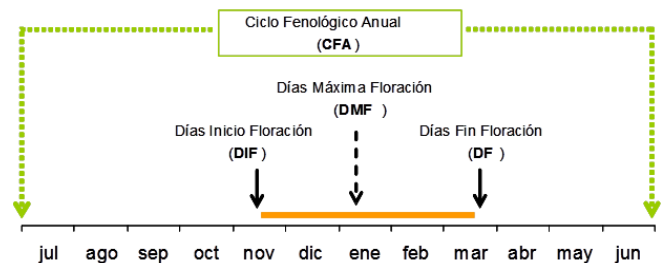


Figura 1. Variables evaluadas para establecer el ciclo fenológico anual (CFA) del mango (*Mangifera indica* L.) en Maracay, Venezuela.

mínimas y algunos autores señalan que en el periodo de tres meses (90 días) anteriores a la fecha de inicio de la floración macroscópica, es donde se observa microscópicamente la iniciación y diferenciación floral (Núñez- Elisea *et al.*, 1996; Osuna-Enciso *et al.*, 2000; Avilán *et al.*, 2002). Por ello se exploraron diferentes índices de temperatura que pudieran estar asociados al inicio de la floración:

1. Con fines descriptivos, se calculó el acumulado del número de días (DFrío) con $t_{mín}$ menor que un umbral pre-establecido (estos umbrales fueron 21°, 20°, 19°, 18° y 17 °C) estos acumulados se calcularon de dos maneras:

a. En tres meses consecutivos a lo largo del año. Por ejemplo, $DFrío_{21°}$ para el período julio-septiembre de un ciclo dado, corresponde al número de días con $t_{mín}$ menor que 21 °C en los meses de julio, agosto y septiembre. $DFrío_{21°}$ en los meses el período agosto – octubre sería el número de días con $t_{mín}$ menor que 21 °C en los meses de agosto, septiembre y octubre.

b. Para cada planta en cada ciclo de estudio 2002-2008, para los 90 días antes de la ocurrencia de DIF.

2. Se calculó la amplitud térmica diaria acumulada (ATDA), definida a partir de la ecuación: amplitud térmica diaria $ATD = (t_{máx} - t_{mín})$ expresada en grados Celsius (°C):

a. Para cada planta y para cada ciclo (2002-2008), desde 1 de julio hasta DIF.

b. Para los 90 días antes de la ocurrencia de DIF.

3. Se calculó los Grados-día acumulados (GDA), como la suma individual de los valores diarios de Grados-día (GD), para:

a. Los Grados-día acumulados en un día (GD), con una temperatura base $T_b = 11°C$ (Cumare y Avilán, 1994):

$$GDA = \sum_n^d \left[\frac{t_{máx} + t_{mín}}{2} \right] - T_{base}$$

b. Los Grados-día acumulados (GDA) hasta el inicio de la floración, para cada planta en cada ciclo:

$$GDA = \sum_n^d \left[\frac{t_{máx} + t_{mín}}{2} \right] - T_{base}$$

Donde n es 1 de julio y d es fecha de inicio de floración (DIF)

c. Los Grados-día acumulados (GDA) en los 90 días antes de la ocurrencia de DIF.

$$GDA = \sum_n^d \left[\frac{TM + Tm}{2} \right] - T_{base}$$

Donde n es 90 días antes de la fecha de inicio de floración (DIF) y d es DIF (Zalom *et al.*, 1983; Mosqueda e Ireta, 1993; Cumare y Avilán, 1994).

Se realizó un ANAVAR para determinar si había diferencias entre cultivares y ciclos, en las variables asociadas a la fenología floral. Para analizar la relación entre DIF y los índices de temperatura se graficaron los valores de DIF y cada una de las variables, para cada cultivar y ciclo. $DFrío$ (17° a 21°C), ATDA, GDA, se usaron como variables independientes para generar modelos lineales de regresión simple de DIF para cada cultivar y ciclo. Los criterios para elegir los mejores modelos fueron: el mayor valor de r^2 y el menor cuadrado medio del error (CME).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A fin de facilitar la discusión de los resultados, los ciclos de ensayo se organizaron de mayor a menor temperatura mínima media anual observada en el periodo evaluado (2002-2008), como se muestra en el Cuadro 1. El ciclo 4 presentó el mayor valor promedio de la temperatura mínima en el

Cuadro 1. Comparación de medias por ciclo de la temperatura mínima media anual en Maracay, Venezuela.

Ciclo	4 (2005-06)	5 (2006-07)	1 (2002-03)	3 (2004-05)	2 (2003-04)	6 (2007-08)	\bar{X} (2002-08)
T °C mínima	21,5 a	20,5 b	20,3 b	18,8 c	18,6 c	17,7 d	19,56

Separación de medias mediante el test de Tukey. Letras distintas denotan diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

periodo de ensayo (21,5 °C), mientras que el ciclo 6 fue el más fresco del periodo (17,7 °C).

Inicio de la floración.

Las variables asociadas a la fenología floral DIF, DMF, DF e INTEN mostraron diferencias altamente significativas entre los ciclos de producción anual, adicionalmente, DIF mostró diferencias entre cultivares (Cuadro 2). La Figura 2 muestra la gran variabilidad interanual en las fechas de inicio y término, así como en la duración de la floración en los dos cultivares. Las mayores frecuencias de DIF para el cultivar 'Haden' ocurrieron en la primera quincena de noviembre. Esta fecha de inicio de floración concuerda con Sergent *et al.* (1997), quienes observaron para 'Haden', que la floración se inició en noviembre, en árboles testigos de cinco años de edad, sembrados en condiciones similares a la zona de estudio, en ese mismo ensayo, 'Edward' se caracterizó por presentar una importante variabilidad en la fecha de inicio de la floración, con variaciones desde la segunda semana de agosto hasta la primera semana de diciembre. La menor variación en el inicio de la floración observada en 'Haden', concuerda con lo establecido por Avilán *et al.* (2003), quienes determinaron entre 'Edward' y 'Haden' la existencia de diferencias significativas con relación a DIF, durante cuatro ciclos consecutivos, donde 'Haden' comenzó la floración de forma constante entre noviembre-enero, mientras que 'Edward' la inició variablemente entre agosto-septiembre y octubre-diciembre.

Identificación de la temperatura mínima asociada con el inicio de la floración.

En condiciones de campo es difícil estimar el periodo requerido de temperaturas mínimas para inducir la floración, cuando solo se considera la expresión visual, sin evaluar las actividades de morfogénesis reproductivas ocurridas en semanas

anteriores. Avilán *et al.* (2003) señalan que la época de ocurrencia de inicio de floración está asociada al incremento del número de días acumulados, con temperaturas nocturnas iguales o menores a los 20°C, en aproximadamente los tres meses previos a la expresión visual de la floración,

En la Figura 3, se presentan los valores de DFrío acumulados cada 3 meses consecutivos para los umbrales considerados. Se observa un patrón estacional, variable de un ciclo a otro y que cambia dependiendo del umbral. En la mayoría de los ciclos para los umbrales iguales o inferiores a 18 °C los valores más altos ocurren entre noviembre y marzo, coincidiendo con la época más fresca del año, se evidenciaron diferencias entre los patrones de DFrío con los umbrales de 17° y 18°C respecto a los de DFrío con los umbrales de 20° y 21°C; siendo más variable los valores de DFrío para los umbrales más bajos. Los ciclos evaluados 4, 1 y 3 mostraron un patrón normal de acumulación de tmín, donde el máximo número de días fríos acumulados se observó entre diciembre-enero, mientras que los ciclos 5, 2 y 6 mostraron variación en el número de días acumulados para esa época del año. En época cálida (mayo-agosto) el patrón de acumulación de días fríos con los umbrales de 20 y 21°C fue variable en los seis ciclos. Se evidencia un incremento en DFrío_{20°C} entre los meses de julio y septiembre, en la mayoría de los ciclos, tiempo que abarca el intervalo donde se dan las actividades de morfogénesis reproductivas. Esto coincide con lo establecido por diversos estudios (Batten y McConchie, 1995; Avilan *et al.*, 2003), en que el estrés provocado por temperaturas bajas es determinante para la inducción floral. Valores altos de DFrío_{20°C}, durante este período se presentaron en los ciclos 2, 3 y 6, mientras que en los ciclos 4, 5 y 1 no se observó esta acumulación. Las líneas que representan el inicio y duración de la floración para ambos cultivares en cada uno de los gráficos evidencian un patrón más irregular en estos ciclos.

Cuadro 2. Suma de Cuadrados del ANAVAR para las variables días a inicio de floración (DIF), días a máxima floración (DMF), duración de la floración (DF) e intensidad (INTEN), evaluadas en los ciclos de producción anual en Maracay, Venezuela.

Variable	gl	DIF	DMF	DF	INTEN
Cultivar	1	53,3**	1201,2	1332,6	155,6
Ciclo	5	13254,0**	11721,3**	21140,7**	1595,2**
Cult. x ciclo	5	6772,7	87,4	1546,3	242,6
Error	65	381,7	659,8	728,6	142,0
CV (%)		14,3	52,9	30,1	28,8

CV (%): Coeficiente de variación; gl: Grados de libertad y ** significativo al 1%.

Para 'Haden' en todos los ciclos, se presentaron al menos 17 días acumulados con temperaturas iguales o menores a los 20 °C, en los 90 días que precedieron DIF, igualmente para 'Edward', excepto en los ciclos 1 y 5, donde se observaron menos de 20 días con temperaturas entre 19 y 21°C.

No se encontró relación entre DIF y los valores de ATDA y GDA. Los valores de r^2 presentados en el Cuadro 3 indican que no se observó un patrón único en la relación entre DFrío y el inicio de la floración en mango para todos los ciclos, y cultivares. Nótese que en los ciclos más frescos se

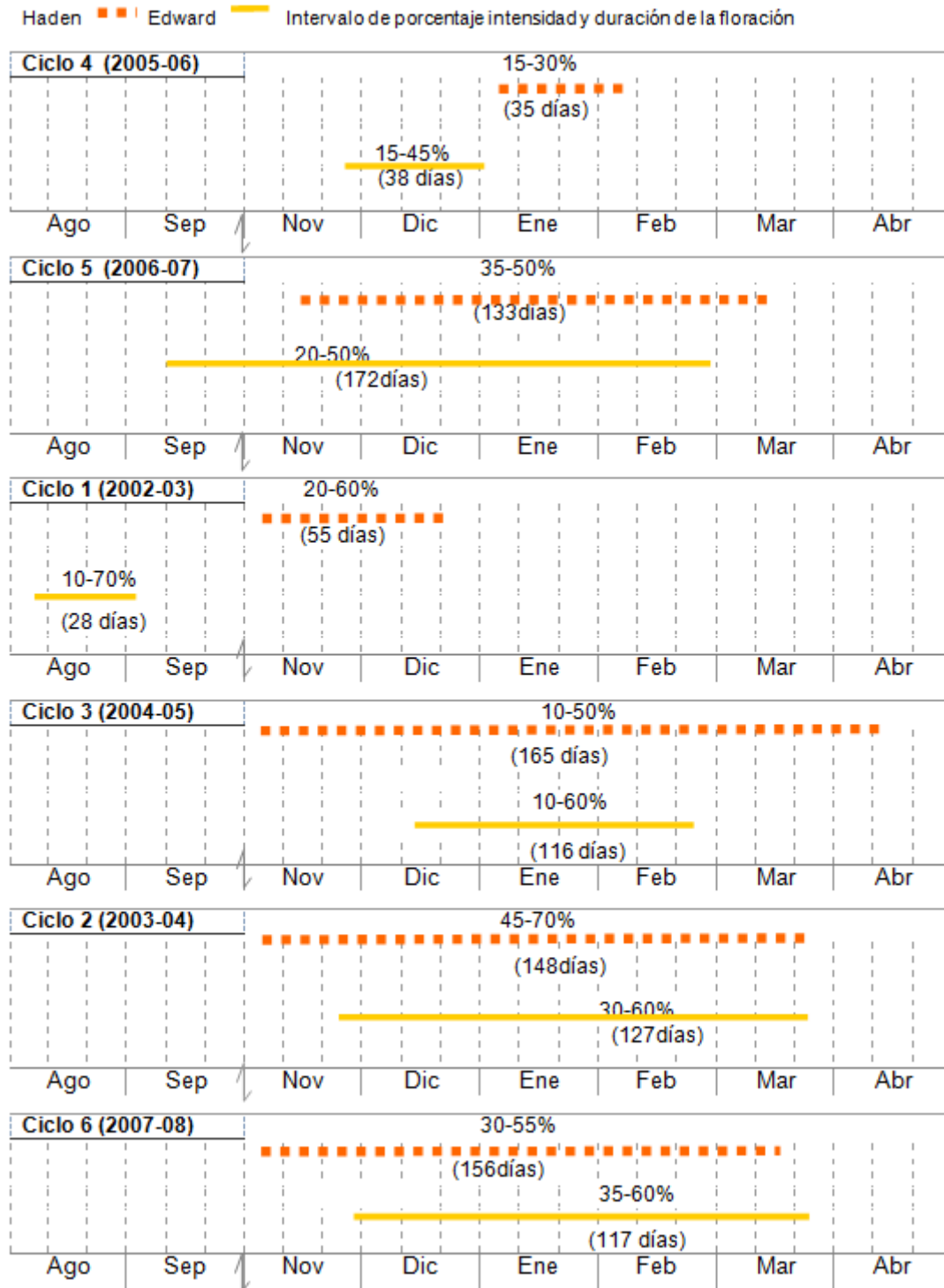


Figura 2. Patrón de la floración de los cultivares 'Haden' y 'Edward', intervalos de intensidad (%) y duración floración (días), en los 6 ciclos anuales de producción (2002-08) en Maracay, Venezuela.

observaron r^2 altos indicando una relación directa entre DFrío y DIF en estos ciclos, en contraste en los ciclos cálidos hubo inconsistencias, con valores no significativos en el ciclo 5, y respuestas diferentes entre cultivares en los ciclos 4 y 1. En estos ciclos

podrían estar influyendo otras variables diferentes a la temperatura mínima, entre ellas la alternancia de producción característica de algunos frutales tropicales (Avilán y Rengifo, 1990). Los resultados presentados evidencian la alta variabilidad interanual

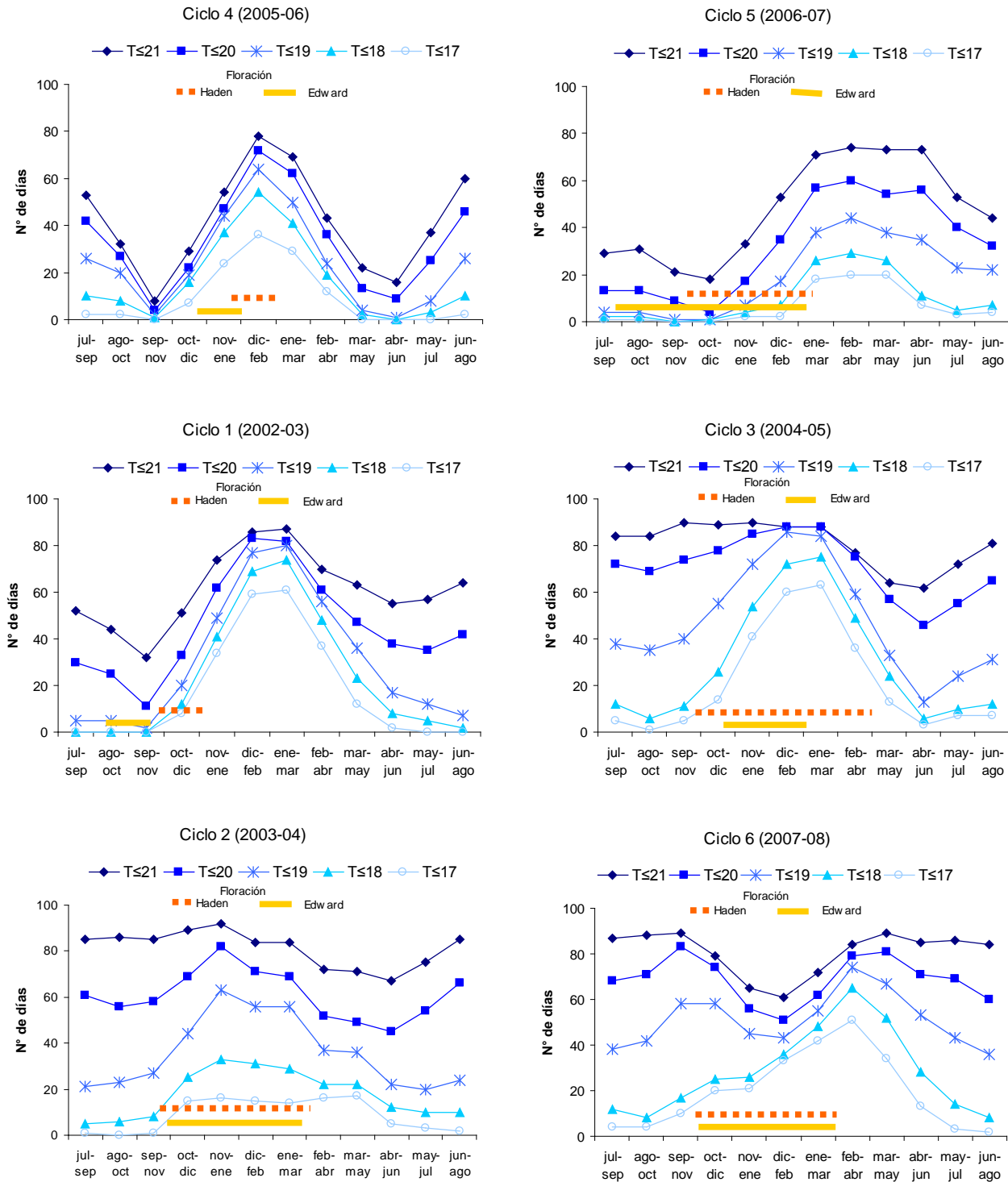


Figura 3. Días Acumulados con tmín menor que un umbral pre-establecido (estos umbrales fueron 21°, 20°, 19°, 18° y 17 °C) en tres meses consecutivos en Maracay, Venezuela. Las barras señalan el inicio y duración de la floración en cada cultivar.

de la temperatura mínima y la complejidad de la respuesta del cultivo. Una limitación encontrada en estos análisis, fue que algunas observaciones presentaron valores de cero para los DFrío correspondientes a los umbrales 17 y 18 °C, lo cual reduce el número de datos en estos casos. Por otra parte, por tratarse de un cultivo perenne, los ensayos de campo involucran dificultades prácticas para establecer un gran número de evaluaciones por año y la necesidad de estudios a largo plazo. Ello implica continuar esta línea de investigación considerando la interacción con otras variables climáticas.

Cuadro 3. Valores de r^2 entre días de inicio de la floración (DIF) y días acumulados con temperaturas menores a 21°, 20°, 19°, 18° y 17°C en los 90 días antes de la ocurrencia de DIF, por cultivar de mango (*Mangifera indica* L.) y por ciclo en Maracay, Venezuela.

	T (°C)	Regresión (r^2)	
		Haden	Edward
Ciclo 4 2005-2006	21	0,000	0,872
	20		0,819
	19	0,023	0,813
	18	0,431	0,805
	17	0,556	0,872
Ciclo 5 2006-2007	21	0,351	0,070
	20	0,432	0,035
	19	0,203	0,268
	18	0,193	0,358
	17	0,193	0,358
Ciclo 1 2002-2003	21	0,971	0,422
	20	0,994	0,000
	19		0,156
	18		0,685
	17		0,737
Ciclo 3 2004-2005	21	0,937	0,985
	20	0,887	0,954
	19	0,966	0,960
	18	0,989	0,949
	17	0,931	0,986
Ciclo 2 2003-2004	21	0,998	0,211
	20	0,995	0,789
	19	0,985	0,928
	18	0,962	0,958
	17	0,927	0,960
Ciclo 6 2007-2008	21	0,579	0,569
	20	0,882	
	19	0,895	0,004
	18	0,963	0,926
	17	0,944	0,926

CONCLUSIONES

Se evidenció diferencias significativas en todas las variables asociadas a la fenología floral, entre ciclos y para DIF entre cultivares, presentando 'Haden' menor variación en el inicio de la floración, mientras que 'Edward' presentó mayor variabilidad tanto en el inicio como en la duración de la fase. Esta variabilidad es un factor importante en las variaciones de producción del cultivo.

La acumulación de DFrío mostró un patrón estacional, variable de un ciclo a otro y que cambia dependiendo del umbral. Ello evidencia que en zonas tropicales existen variaciones de temperatura mínima que pueden tener impacto en la iniciación floral del mango.

En los ciclos más calidos, 'Haden' no presentó relación entre los días con temperaturas mínimas menores a 21°, 20°, 19°, 18° y 17°C, y los días a inicio de floración, mientras que en los ciclos más frescos si se observó la relación. 'Edward' mostró esta relación, excepto en el ciclo 5, infiriendo que este último es más sensible a variaciones de la temperatura mínima o es menos exigente en el umbral de las temperaturas mínimas propuestas. Ello sugiere la existencia de requerimientos distintos en cuanto al número de días con temperaturas mínimas para los dos cultivares.

LITERATURA CITADA

- Aubert, B. and P. Lossois. 1972. Considerations sur la phenologie des especes fruitieres arbustives. *Fruits* 27 (4): 269-286.
- Avilán, L. y C. Rengifo. 1990. El Mango. Ed. América. Caracas. 401 pp.
- Avilán, L.; M. Azkue, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz y H. Escalante. 2002. Floración de cultivares de mango de la colección del INIA-CENIAP. *Agronomía Trop.* 52 (4): 449-462.
- Avilán, L.; M. Pérez, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz y H. Escalante. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador de crecimiento sobre el inicio de la floración en mango. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 20: 430-442.
- Batten, D. J. and C. A. McConchie. 1995. Floral induction in growing buds of lychee (*Litchi chinensis*) and mango (*Mangifera indica*). *Aust. J. Plant Physiol.* 22: 783-791.

- Crane, J. H.; I. S. Bally, R. V. Mosqueda Vazquez and E. Toemer. 1997. Crop Production. Chapter 7. *In: The Mango Botany, production and uses.* Ed R.E. Litz. CAB International. USA. p. 203-256.
- Coetzer, L.; S. Oosthuysen, D. Wishart and P. Robbertse. 1995. Influence of pruning on the flower sex ratio in some mango cultivars. SA. Growers' Assoc. Yearbook. 15: 26-30.
- Cumare, J. y L. Avilán. 1994. Descripción y caracterización de nueve variedades de mango a ser usados como patrones. III: Estudio Fenológico. *Agronomía Trop.* 44 (3): 417-439.
- Davenport, T. L. 2003. Management of flowering in three tropical and subtropical fruit tree species. *HortScience* 38: 1331-1335.
- Davenport, T. L. 2007. Reproductive physiology of mango. *Braz. J. Plant Physiol.* 19 (4): 363-376.
- Davenport, T. L. 2009. Reproductive physiology. *In: R. E. Litz (ed.). The Mango, Botany, Production and Uses.* 2nd Edition. CAB International, Wallingford Oxon. 680 pp.
- Fournier, L. 1974. Un método cualitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24 (4): 422-423.
- Kulkarni, V. J. 1991. Physiology of flowering in mango studied by grafting. *Act. Hort.* 291:95-104.
- Kulkarni, V. J. 2004. The Tri-factor hypothesis of flowering in mango. *Act. Hort.* 645: 61-70.
- Mosqueda Vázquez, R. and A. Ireta Ojeda. 1993. Degree-Days and base temperatures required for inflorescence and fruit development in mango "Manila". *Act. Hort.* 341: 232-239.
- Núñez Elisea, R. and T. L. Davenport. 1994. Flowering of mango trees in containers as influenced by seasonal temperature and water stress. *Scientia Hort.* 58: 57-66.
- Núñez Elisea, R.; T. L. Davenport and M. L. Caldeira. 1996. Control of bud morphogenesis in mango (*Mangifera indica* L.) by girdling, defoliation and temperature modification. *J. Hort. Sci.* 71: 25-40.
- Osuna Enciso, T.; E. Engleman, A. Becerril Román, R. Mosqueda Vázquez, M. Soto Hernández y A. Castillo. 2000. Iniciación y diferenciación floral en mango 'Manila'. *Agrociencia* 34: 573-581.
- Pérez Macías, M.; M. Puche y E. Soto. 2011. Temperatura y agua determinantes ambientales en la floración del mango. Editorial Academia Española. 110 p.
- Sergent, E.; D. Ferrari and F. Leal. 1997. Effects of potassium nitrate and paclobutrazol on flowering induction and yield of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. *Act. Hort.* 455: 180-187.
- Zalom, G.; P. B. Goodell, L. T. Wilson, W. W. Barnett and W. Bentley. 1983. Degree-days: the calculation and use of heat units pest management. University of California. Division Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21373.10 pp.