

FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN Y CICLOS REPRODUCTIVOS DEL NANCHE [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] EN NAYARIT

Flowering phenology and reproductive cycles of nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] in Nayarit

R Medina-Torres ✉, S Salazar-García, R Valdivia-Bernal, E Martínez-Moreno

(RMT)(RVB) Universidad Autónoma de Nayarit-Unidad Académica de Agricultura, Apartado Postal 49. Xalisco, Nayarit C.P.63780, México. raulmetorr@yahoo.com.mx

(SSG) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, NAY 63300, México.

(EMM) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias. Km 25 carretera Villahermosa-Teapa. Ranchería La Huasteca segunda sección, CP 86000. Villahermosa, Tabasco.

Artículo recibido: 4 de junio de 2009, **aceptado:** 4 de diciembre de 2012

RESUMEN. Se determinaron los estados fenológicos de la inflorescencia del nanche Amarillo Dulce, durante las fases de floración y ciclos reproductivos en la selección Mejorado. El crecimiento de la inflorescencia y el fruto de nanche se midieron en función de los grados día de desarrollo (GDD). La inflorescencia creció 15 cm de longitud y necesitó 413.6 GDD, que cubrió en 48 d. Las fases fenológicas fueron: 1) Yema hinchada, 2) Espiga, 3) Balón verde, 4) Balón amarillo, 5) Inicio de antesis, 6) Plena antesis, 7) Plena floración y 8) Caída de pétalo. El crecimiento del fruto describió una curva doble sigmoide a los 56 d y requirió de 517.5 GDD para alcanzar 18.3 mm de diámetro ecuatorial. Se observaron tres flujos florales en un año, denominados por su ocurrencia estacional como: a) Flujo de floración de otoño, b) Flujo de floración de primavera y, c) Flujo de floración de verano; que tuvieron una duración de 65, 61 y 57 d, respectivamente. Tres ciclos productivos de fruto resultaron de los flujos florales anteriormente descritos, que ocurrieron en primavera, verano e invierno; los cuales tuvieron una duración de 60, 54 y 32 d, con rendimiento de fruto de 2.7, 16.7 y 26.7 kg árbol⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: *Byrsonima crassifolia*, fenología, floración, grados-día de desarrollo.

ABSTRACT. The phenological stages of the Amarillo Dulce nance inflorescence were determined during the flowering phases and the reproductive cycles of the Mejorado selection. Inflorescence and fruit growth were measured as a function of the growing-degree-days (DD). The inflorescence grew 15 cm in length and required 413.6 DD that it covered in 48 d. The phenological phases were: 1) Swollen bud, 2) Spike, 3) Green ball, 4) Yellow ball, 5) Beginning of anthesis, 6) Full anthesis, 7) Full bloom and 8) Fall of petals. The growth of the fruit described a double sigmoid curve after 56 d and required 517.5 DD to reach an equatorial diameter of 18.3 mm. Three floral flushes were observed in one year, named according to their seasonal occurrence as: a) Fall bloom, b) Spring bloom and c) Summer bloom, which lasted 65, 61 and 57 d respectively. Three fruiting seasons resulted from the abovementioned flowering flushes in Spring, Summer and Winter, with a duration of 60, 54 and 32 d respectively, and a fruit yield of 2.7, 16.7 and 26.7 kg tree⁻¹ respectively.

Key words: *Byrsonima crassifolia*, phenology, flowering, growing-degree-days.

INTRODUCCIÓN

El nanche [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] pertenece a la familia Malpighiaceae, es una especie de importancia de fruto estacional en México y Su-

damérica. Su fruto se consume en fresco por su exquisito sabor agridulce, aunque también se utiliza en la industria en la elaboración de ates, refrescos embotellados, mermeladas, almíbares, helados, licores, cremas, gelatinas, o pasteles, entre otros (Medina-

Torres et al. 2004). En México, en el 2010 se cosecharon 1 534 ha de nanche, con un rendimiento promedio de 4.11 ton ha⁻¹ y valor de producción de ~27 millones de pesos. En el estado de Nayarit, en ese mismo año, se cosecharon 228.5 ha, con rendimiento promedio de 3.74 ton ha⁻¹ y valor de producción de 5 541 310 pesos (SIAP 2010). Las plantaciones de nanche existentes en el estado de Nayarit, tienen un rendimiento medio de 3.8 ton ha⁻¹ (SIAP 2008), las cuales se localizan en la zona costera donde predomina la vegetación tipo sabana, principalmente en los municipios de Ruiz, Huajicori, Tepic, Santiago Ixcuintla y Compostela del estado de Nayarit. La cosecha principal se realiza desde finales del mes de julio hasta el mes de octubre, aunque en huertos con sistemas de riego se cosecha durante la mayor parte del año. En México, se tiene un periodo máximo de floración de marzo a junio, y el fruto se cosecha de agosto a septiembre (Geifus 1994).

Autores como Zamora et al. (2000) mencionan que *B. crassifolia* es un árbol o arbusto que prospera en sitios de Costa Rica con una estación seca bien definida, donde se tiene floración y fruto la mayor parte del año. Mientras que Geifus (1994) reportan que en Costa Rica el nanche florece de noviembre a junio y la cosecha de fruto se presenta de julio a octubre. Mientras que en Brasil se considera como frutal cultivado, ocurriendo la floración en la temporada de lluvias, en contraste con *B. glabra* que presenta un patrón reproductivo subanual (florece muchas veces al año) (Freitas et al. 2010). En tanto que el género *Byrsonima* tiene distribución neotropical y presenta gran diversidad con más de 100 especies (Cano & Marroquín 1994). Por ejemplo *B. crassifolia* se distribuye desde la República Mexicana hasta el norte de Sudamérica, encontrándose en la actualidad en estado de semicultivo en regiones tropicales y subtropicales de escasa precipitación pluvial (León 2000) y requiere de alternancia de época seca y húmeda (Barbeau 1990); las temperaturas más favorables son de 25 a 30 °C. El crecimiento disminuye según la temperatura y prolongados períodos de clima frío son dañinos para plantas y los brotes jóvenes (Cedeño & Ramsamy 2002). Presenta gran variación fenotípica debido a

la polinización cruzada natural y a su propagación por semilla, lo que se manifiesta particularmente en el color, tamaño, forma y sabor del fruto (Villachica 1996). Es un árbol perennifolio o caducifolio en bosques secos (Geifus 1994), que alcanza de 10 a 15 m, la copa es redonda o extendida y a veces es irregular, el tronco es tortuoso y con ramas ascendentes (Martínez 2008). Presenta inflorescencias en pseudoracimos terminales, generalmente solitarios con longitud de 5 a 15 cm, flores amarillas de 1.0 cm de largo; cáliz con 10 glándulas conspicuas en la superficie externa, amarillas; el fruto es una drupa, globosa de color amarillo, verde o morado de sabor agrídulce, con una sola semilla más o menos leñosa (Zamora et al. 2000).

La biología floral de diversas especies frutales ha sido relacionada con factores ambientales. En el aguacate (*Persea americana* Mill.) se sabe que el tiempo desde la iniciación floral hasta la antesis se asocia con variaciones en la temperatura (Salazar-García et al. 2007; Cossio-Vargas et al. 2008). Mientras que Salazar-García et al. (1998) establecieron 11 estados de desarrollo de yemas reproductivas del aguacate 'Hass', desde yema cerrada (Estado 1) hasta antesis (Estado 11). Por otra parte Ballard et al. (1987) publicaron sobre los estados fenológicos de la floración de cereza, ciruela, pera, durazno y chabacano, para detectar temperaturas críticas para las yemas florales en las cuales podrían sufrir daños por frío. En condiciones subtropicales, la mayoría de las especies y variedades de cítricos brotan tres veces al año, en donde la brotación de primavera es la que aporta las flores útiles para la cosecha, mientras que las otras dos sólo presentan crecimiento vegetativo. Sin embargo, el limonero produce flores viables en las tres brotaciones, siendo la floración de primavera la más importante (Agustí 2003). En el mango (*Mangifera indica* L.), pese a que la iniciación floral ocurre a temperaturas relativamente frescas, no se presenta a temperaturas inferiores de 15 °C, que es su cero biológico (Whiley et al. 1991). En durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch] se ha descrito que el crecimiento del fruto sigue una curva doble sigmoide en tres estadios (DeJong & Goudriaan 1989). Dichos cambios están relacionados con los factores ambientales y/o endógenos del árbol que afec-

tan el crecimiento. Se sabe que el patrón de crecimiento del fruto no sigue una función lineal con el tiempo (Gênard & Bruchou 1993). La importancia de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo del fruto ha sido reportada por varios investigadores (DeJong & Goudriaan 1989), al respecto Fisher (1962), mostró que bajo algunas circunstancias la acumulación de unidades-calor o grados-día de desarrollo puede ser utilizada efectivamente para medir el tiempo de desarrollo en frutos de hueso como el durazno y chabacano. La temperatura base (T_b) varía según el cultivo; se ha considerado que una T_b de 6.1 °C es conveniente para manzanas, 5.8 °C para chabacanos (Anstey 1965); 13 °C para cítricos (Webber 1946); 15 °C para aguacate (Cossio-Vargas *et al.* 2008) y 10 °C para mango (Mosqueda-Vázquez *et al.* 1993). Debido a la escasa información disponible sobre aspectos fenológicos de *B. crassifolia*, el objetivo de este trabajo fue documentar la fenología reproductiva del nanche, haciendo énfasis en el desarrollo de una escala visual para describir las principales fases del desarrollo de la inflorescencia y el crecimiento del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una plantación de nanche (*B. crassifolia*) con las selecciones Amarillo Dulce y Mejorado, plantada a 6 x 4 m y manejado bajo condiciones de temporal (Medina-Torres *et al.* 2004), ubicada en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAA-UAN) localizada en el municipio de Xalisco, Nayarit (21° 26' LN y 104° 55' LO). El clima del área de trabajo se clasifica como (A) e (W_2) a (i), que corresponde a clima semicálido (subtropical subhúmedo), el más cálido de los templados (c) según la clasificación de Köppen modificada por García (1983). Las temperaturas máximas ($T_{máx}$) y temperaturas mínimas ($T_{mín}$) diarias usadas fueron obtenidas del observatorio meteorológico de la Comisión Nacional del Agua, regencia de Tepic, Nayarit (21° 31' LN, 104° 53' LO). Para el cálculo de los grados día de desarrollo (GDD) del crecimiento de la inflorescencia y el fruto del nanche se usó la ecuación de Hodges & Ritchie (1991).

$$GDD = (T_{máx} + T_{mín})/2 - T_b$$

Donde: $T_{mín}$ es la temperatura mínima diaria (si $T_{mín} < 10$ °C = 10 °C), $T_{máx}$ es la temperatura máxima diaria (si $T_{máx} > 30$ °C = 30°C), y T_b = la temperatura base de desarrollo (15 °C). Como no se encontró en la literatura disponible una temperatura base de desarrollo para el nanche, se generó al medir de forma mensual la altura de 10 plántulas, de septiembre de 1999 a septiembre de 2000. Usando como temperaturas base 13, 14, 15 y 16 °C. La mayor respuesta fue obtenida cuando se usó 15 °C como temperatura base de desarrollo y la altura de las plántulas como variable dependiente, que dio la ecuación $Y = 21.34 + 0.0443(x)$ ($r^2 = 0.98$, $CV = 10.2$).

Crecimiento de la inflorescencia

En dos árboles de la selección de nanche Amarillo Dulce se etiquetaron ocho inflorescencias del flujo floral de fin de verano del 2003. Las mediciones de longitud se hicieron con un vernier electrónico (Mitutoyo, Corp., Japan, 0.1 mm), e iniciaron el 9 de septiembre, cuando las inflorescencias tenían 1.0 mm de longitud, estableciéndose esta como día cero. Las mediciones concluyeron cuando la longitud de las ocho inflorescencias ya no mostró incrementos. Los datos que se reportan corresponden al crecimiento promedio de las ocho inflorescencias, bajo la ecuación $Y = -0.3984 + 0.0412(x)$ ($r^2 = 0.985$, $CV = 9.67$), cuando se usó al crecimiento de la inflorescencia como variable dependiente y el tiempo como variable independiente.

Fases fenológicas de la floración

Para este ensayo se usó al nanche selección Mejorado injertado en febrero de 1999 sobre un portainjerto criollo obtenido por semilla. Las mediciones se hicieron en la floración del flujo floral de fin de verano del año 2003. Las fases de la floración fueron establecidas a priori por los cambios visuales de las inflorescencias y se les describió desde que la yema estaba en estado vegetativo hasta la caída de pétalo, posterior a la antesis.

Crecimiento de fruto

Las mediciones del diámetro ecuatorial fueron hechas en 20 frutos de nanche Amarillo Dulce, a partir de que los frutos tenían 6 mm, usando un vernier electrónico. Las mediciones se realizaron del 8 octubre al 9 septiembre de 2003.

Ciclos reproductivos

En cuatro árboles de la selección Mejorado, se marcaron cuatro ramas equidistantes en las cuales se registró la producción de fruto por rama; así como la producción total de fruto por árbol (kg). Las tres estaciones de producción fueron los tratamientos y cada uno de los cuatro árboles las repeticiones.

Análisis estadístico

Para determinar la temperatura base de crecimiento se utilizó regresión lineal simple para obtener la temperatura base de crecimiento de las plántulas de nanche para determinar los grados día de desarrollo de la inflorescencia y el crecimiento de fruto. Para el crecimiento del diámetro de fruto y la distribución de grados día de desarrollo de dicho crecimiento se utilizó regresión polinomial (β_0, \dots, β_n). Se realizó correlación lineal simple entre el diámetro de fruto y las necesidades de calor para el crecimiento bajo la probabilidad de que $r = 0$. Para la producción de fruto por árbol se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey (0.05) bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS versión 8 (SAS 1999). Mientras que las gráficas de crecimiento de la inflorescencia y del fruto se realizaron con el programa SigmaPlot versión 10 (SIGMAPLOT 2006).

RESULTADOS

Crecimiento de la inflorescencia

El proceso de floración del nanche inició con el hinchamiento del meristemo terminal de un brote estacional de crecimiento activo, donde se genera una piña con numerosas yemas florales, la cual culminó con la formación de una inflorescencia o panícula. El crecimiento de la inflorescencia del nanche ocurrió en 48 d, contados a partir del estado fenológico de

la piña, es decir, cuando el conjunto de yemas individuales formaron un órgano compacto, hasta que el raquis de la inflorescencia creció hasta 15 ± 0.3 cm, término que coincidió con el inicio de la antesis (Tablas 1 y 2, Figura 1). Para que la inflorescencia alcanzara los 15 cm de longitud se necesitaron 413.6 GDD.

Denominaciones de las fases fenológicas de la floración

Durante el crecimiento de la inflorescencia del nanche se identificaron ocho estados fenológicos: 1) Yema hinchada (Fig. 1, E-1), 2) Espiga (Fig. 1, E-2), 3) Balón verde (Fig. 1, E-3), 4) Balón amarillo (Fig. 1, E-4), 5) Inicio de antesis (Fig. 1, E-5), 6) Plena antesis (Fig. 1, E-6), 7) Plena floración (Fig. 1, E-7) y, 8) Caída de pétalo (Fig. 1, E-8). Los anteriores estados fenológicos fueron determinados en 64 d de crecimiento de la inflorescencia, en los que se acumularon 505.6 GDD hasta la fase de caída de pétalo (Tablas 1 y 2, Figura 2).

Crecimiento del fruto de nanche

El crecimiento del fruto del nanche ocurrió en 56 d, período en que llegó a su máximo diámetro ecuatorial (18 mm), pero continuó hasta los 90 ± 5 d adherido al racimo hasta su abscisión. Se observaron dos momentos de detención del crecimiento del fruto, que ocurrieron de los 19 a 24 d y de los 33 a 35 d, respectivamente. Con periodo de crecimiento rápido, que ocurrió desde los 43 d hasta el momento de la madurez fisiológica (Fig. 3). El periodo de crecimiento del fruto necesitó 517.5 GDD para alcanzar un diámetro ecuatorial de 18.3 mm, a partir de los 6.48 mm que se tuvieron al inicio de las mediciones. El crecimiento de fruto del nanche y las necesidades de calor mostraron alta correlación ($r = 0.98$, $CV = 3.72\%$). Por lo general cuando ocurre la abscisión del fruto y cae al suelo es cuando está apto para el consumo, por lo cual debe ser considerado como fruto de recolección.

Ciclos reproductivos del nanche

El nanche Mejorado presentó tres flujos de floración en un ciclo anual, que dieron tres periodos de cosecha de fruto. Los flujos de floración fueron

Tabla 1. Denominación de los estados fenológicos y crecimiento de la inflorescencia del nanche Amarillo Dulce, en función de sus necesidades de grados-día de crecimiento acumulados (GDD).

Table 1. Phenological stages and growth of the Amarillo Dulce nance inflorescence as a function of its required accumulated growing-degree-days (GDD).

DA ^Z	Fase fenológica	GDD ^y	LE ^x (cm)	Estado de desarrollo
0	Yema hinchada (Fig. 1, E-1)	7.50	1.0	Conjunto de yemas florales en la inflorescencia en forma de piña.
3		32.50	1.5	
6		58.25	2.0	Empezaron a abrirse las escamas.
10		91.0	2.7	Fueron notorias cada yema floral provista de su respectiva estípula.
17	Espiga (Fig. 1, E-2)	148.25	5.2	Las yemas florales resultaron notorias individualmente por la elongación del raquis de la inflorescencia.
		188.50	7.0	
29	Balón verde (Fig. 1, E-3)	295.75	10.0	Inicia estadio de puntas verdes.
			11.0	Las yemas florales color verde pálido, sépalos verdes, los pedicelos florales aún no perdían la escama.
37			12.6	Transición de balón verde a balón amarillo.
45	Balón amarillo (Fig. 1, E-4)	389.50	14.7	Pedicelos, botones florales y sépalos de color amarillo.
48	Inicio de antesis (Fig. 1, E-5)	413.50	15.0	Inició el periodo de antesis, madurez de los órganos reproductivos. El crecimiento del raquis de la inflorescencia se detuvo.
54	Plena antesis (Fig. 1, E-6)	465.10	-	Los pétalos iniciaron a volverse rojos. Inició periodo de polinización.
60	Plena floración (Fig. 1, E-7)	483.35	-	Todos los pétalos se volvieron rojos. Periodo de plena polinización.
64	Caída de pétalo (Fig. 1, E-8)	505.60	-	Abscisión de pétalos. Inició el crecimiento del fruto.

DA^Z=Días acumulados del crecimiento de la inflorescencia. GDD^y=Los grados día de desarrollo acumulados, calculados con una temperatura base de 15 °C. LE^x=Longitud de la inflorescencia (cm).

DA^Z=Accumulated days of inflorescence's growth. GDD^y=Accumulated degree-days calculated with base temperature 15 °C. LE^x=Length of inflorescence (cm).

denominados por su ocurrencia estacional como: a) Flujo de floración de otoño (FO); b) Flujo de floración de primavera (FP) y; c) Flujo de floración de verano (FV). Estos flujos tuvieron una duración de 65, 61 y 57 d; con temperaturas medias de 18.8°, 21.7° y 24.3 °C respectivamente. Los anteriores flujos de floración y sus respectivos periodos de cosecha, presentaron la secuencia de flujo de floración de otoño produjo la cosecha de primavera, el flujo de floración de primavera originó la cosecha de verano, y el flujo de floración de verano que produjo la cosecha de invierno. Éstos tuvieron una duración de 60, 54 y 32 d, respectivamente. La producción de fruto se vio afectada por la época en que ocurrió la floración y el desarrollo del fruto. Del flujo de flo-

ración de verano se tuvo una cosecha de 2.7 kg por árbol, lo que se considera como baja producción. Lo anterior, fue debido a que las lluvias y vientos fuertes durante el verano provocan la abscisión de flores y afectan el amarre de fruto. El flujo de floración de otoño produjo una cosecha de 16.7 kg por árbol, considerado como producción intermedia. Lo anterior podría deberse a que el periodo de lluvias en el Valle de Matatipac, ya había terminado y ocurrieron mejores condiciones para el amarre de fruto. Sin embargo, las bajas temperaturas promedio de 8.1 °C, que se presentaron durante este flujo de floración pudieron influir sobre la producción de fruto, debido a que el crecimiento del nanche se detiene a temperaturas menores de 15 °C. El flujo de flora-

Tabla 2. Descripción de los estados fenológicos de la floración del nanche Mejorado durante el flujo floral de verano.
Table 2. Description of the phenological stages of the Mejorado nance flowering during the summer floral flush.

Estado fenológico	Descripción de los estados fenológicos
Yema hinchada	La yema hinchada en estado de una piña envuelta en una capa de estípulas. Es notorio que cada botón floral tiene una estípula en el ápice.
Espiga	La yema floral múltiple se asemeja a una espiga y forma una estructura cerrada. Se inicia el crecimiento de hojas en la base de la inflorescencia. Los botones florales ya se diferencian, pero sésiles en la base del pedicelo de la inflorescencia. La estípula de la base del pedicelo aún presente, cubriendo al botón floral. Los entrenudos del eje de la inflorescencia ya muestran pares de botones florales alternos, la corola ya diferencia sus pétalos compactos. Una segunda yema floral aparece en la axila de cada yema floral primaria, lo cual sería un nuevo flujo de frutos en la misma inflorescencia. Este estado puede considerarse como el estadio final de la espiga.
Balón verde	Se define el estado de balón verde. El cáliz verde, con 10 glándulas oleíferas, formado por 10 sépalos soldados por pares, dando lugar a 5 lóbulos ovados. El botón floral compacto y cerrado, formando una cápsula de 5 costillas. Los pedicelos del eje floral aún no pierden la estípula. En la transición de balón verde a balón amarillo, la cápsula de pétalos ya empieza a cambiar a verde amarillento. Los pedúnculos florales aún conservan las estípulas. El raquis de la inflorescencia crece rápidamente.
Balón amarillo	Inicia el estado fenológico de balón amarillo, el botón floral aún se encuentra cerrado. El crecimiento del eje de la inflorescencia se detiene. Un segundo flujo de botones florales en estado de balón verde se presenta en la axila del pedúnculo de la flor primaria que se encuentra en estado de balón amarillo.
Inicio de antesis	Estado de plena floración. Las flores en antesis muestran 5 pétalos amarillos, orbiculares con el margen ondulado, 5 estambres, 5 anteras pardas alargadas y de 2-3 tubos polínicos. El cambio a pétalo amarillo fue rápido (4 días). Entre la fase de pétalo amarillo a pétalo rojo se presentó una profusa producción de aceite por las glándulas dispuestas en los lóbulos del cáliz, que presumiblemente es un mecanismo natural para que el aceite se adhiera a las patas de los polinizadores y transporten el polen.
Plena antesis	Estado de pétalo rojo e inicio de secado de pétalo. Las anteras cambian a color blanquecino y abren para liberar el polen. Inicia el periodo de polinización.
Plena floración	Estado de caída de pétalo. Ocurre caída masiva de pétalos secos en las flores polinizadas. El fruto en formación aún se encuentra encapsulado por la estructura del cáliz y sólo muestran los extremos terminales de los tubos polínicos. Los botones del segundo flujo floral en estado de balón amarillo, los cuales regularmente sufren abscisión.
Caída de pétalo	Inicia crecimiento y amarre de fruto. En esta fecha se consideró como estado I de crecimiento del fruto, cuando la cápsula formada por el cáliz se abrió y mostró la forma redondeada de la parte posterior del fruto y los restos de los estilos en su base.

ción de primavera fue el que tuvo la mayor cosecha en verano con 26.7 kg por árbol, que fue la más importante del año, debido posiblemente a que las temperaturas promedio de 32.7 °C de verano, permitieron mayor amarre de fruto y en consecuencia mayor producción de fruto por árbol.

DISCUSIÓN

La descripción botánica de las partes de la inflorescencia de *B. crassifolia* coincidieron con las descritas por Pennington & Sarukhan (1968) y fueron muy similares a las descritas por Zamora *et al.* (2000) y Cordovil & Pessoni (2006) en *B. coccolobifolia*. El estudio del proceso de floración en esta especie permitió obtener información del desarrollo de las yemas florales y de la influencia del calor pa-



Figura 1. Estados fenológicos de la floración del nanche selección Mejorado con sus respectivas denominaciones (E-1 a E-8). Remítase a la Tabla 1 para la descripción macroscópica de cada estado de desarrollo de la inflorescencia. La escala representa 1.0 cm de longitud.

Figure 1. Phenological flowering stages of the Mejorado nance (E-1 to E-8). See Table 1 for the macroscopic description of each stage of inflorescence development. The scale represents a length of 1.0 cm.

ra su ocurrencia. Con lo que se pueden programar labores de cultivo como riego, fertilización, podas, tratamientos fitosanitarios, entre otros, tal como se realiza en acerola (*Malpighia glabra* L.) en Brasil (Geraldo-Martins & Martínez 2002). Además la descripción de los estados fenológicos de la floración, se puede utilizar para manipular la floración, como ocurre en el aguacate, donde se considera que en el estado 5 de la yema el proceso a la floración es irreversible (Salazar-García *et al.* 2009); además co-

nocer el estado de la floración puede resultar útil para determinar en qué estado, las yemas son más susceptibles a daños por frío (Ballard *et al.* 1987); o para la programación de cosechas por temporada, como ocurre en los limones (Agustí 2003). El crecimiento del fruto del nanche tuvo una curva doble sigmoide como la descrita en durazno y chabacano (Ryugo 1993), cuyo patrón de crecimiento no siguió una función lineal con el tiempo (Gènard & Bruchou 1993). El tiempo termal necesario durante el

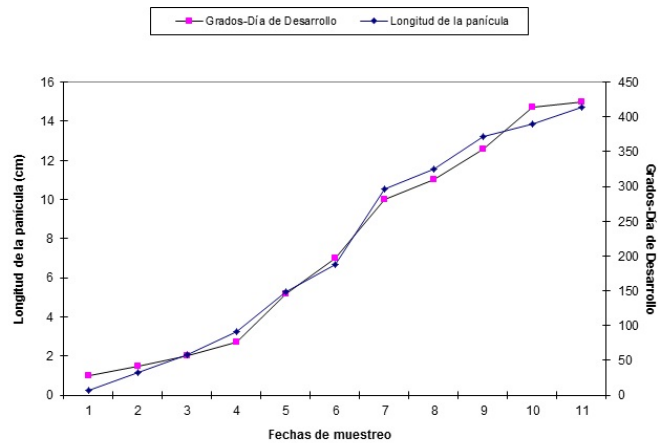


Figura 2. Días de crecimiento de la inflorescencia de la selección Amarillo Dulce durante el flujo de floración de verano, en función de los Grados Día de Desarrollo ($T_b = 15\text{ }^\circ\text{C}$). Valle de Matatipac, Nayarit (2003). Yema hinchada (E1), Espiga (E2), Balón verde (E3), Balón amarillo (E4), Inicio de antesis (E5).
Figure 2. Days of growth of the Amarillo Dulce nance inflorescence during the Summer flowering flush, according to the growing-degree-days ($T_b = 15\text{ }^\circ\text{C}$). Matatipac Valley, Nayarit (2003). Swollen bud (E1), Spike (E2), Green ball (E3), Yellow ball (E4), Beginning of anthesis (E5).

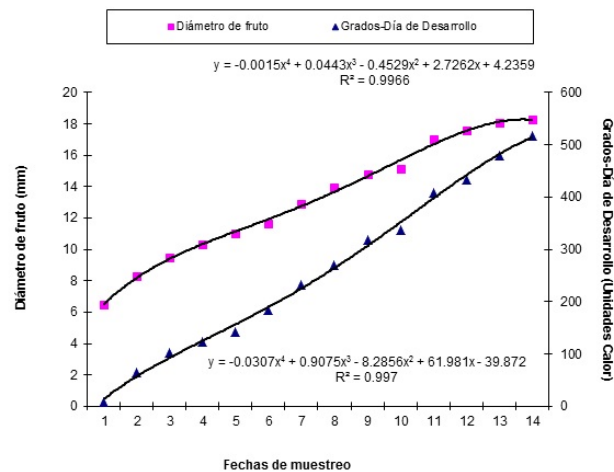


Figura 3. Días de crecimiento del diámetro del fruto de la selección Amarillo Dulce en función de los grados-día de desarrollo requeridos ($T_b = 15\text{ }^\circ\text{C}$) (2003).
Figure 3. Days of growth of the Amarillo Dulce nance fruit diameter, according to the required growing-degree-days ($T_b = 15\text{ }^\circ\text{C}$)(2003).

proceso de crecimiento del fruto del nanche estuvo relacionado con la temperatura prevaleciente durante dicho periodo (Hodges & Ritchie 1991). Hay selecciones de nanche, como la Mejorado y Amarillo Dulce, estudiadas en este trabajo, que en la región de Nayarit tienen la particularidad de tener producción continua durante todo el año, como la descrita

por Freitas et al. (2010).

Los ciclos reproductivos del nanche tuvieron un comportamiento similar al del limón (Agustí 2003). En Nayarit la cosecha del nanche se realiza cuando el fruto ha caído al suelo por lo que se considera que es un fruto de recolección, sin embargo, otros frutos similares a *B. crassifolia*, como

Tabla 3. Comportamiento reproductivo del nanche Mejorado durante el ciclo anual 2003-04, bajo condiciones del Valle de Matatipac, Nayarit.
Table 3. Reproductive performance of the Mejorado nanche during the 2003-04 cycle under the conditions of the Valley of Matatipac, Nayarit.

Ciclo reproductivo	Producción de fruto (kg árbol ⁻¹)
Floración de verano y cosecha de invierno.	2.67 c
Floración de otoño y cosecha de primavera.	16.75 ab
Floración de primavera y cosecha de verano.	26.02 a

Promedios con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey (0.05).
Means with the same literal in columns do not differ statistically, according to Tukey's test (0.05).

la acerola en Brasil, donde la cosecha de frutos se realiza manualmente del árbol cuando están de medio maduros a maduros, particularmente cuando es

para el consumo in natura y producción de pulpa (Geraldo-Martins & Martínez 2002).

LITERATURA CITADA

- Agustí M (2003) Citricultura. Segunda edición revisada y aumentada. Ediciones Mundi-Prensa, México, D.F. 422 p.
- Anstey TH (1965) Prediction of full bloom date for apple, pear, cherry, peach, and apricot from air temperature data. Proceedings American Society for Horticultural Science 88: 57-66.
- Ballard JK, Proebsting EL, Tukey RB (1987) Critical temperatures for blossom buds. Extension bulletin 1128. Extension Horticulturist, Irrigated Agriculture Research and Extension center, Prosser. 10 pp.
- Barbeau G (1990) Frutas tropicales en Nicaragua. Primera edición. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Editorial Ciencias Sociales. Managua, Nicaragua. 393 pp.
- Cano CG, Marroquín JS (1994) Taxonomía de plantas superiores. Ed. Trillas. México. 359 pp.
- Cedeño MA, Ramsamy P (2002) La acerola (*Malpighia glabra* Mill sp.). En: Frutales para México. Contribuciones del Caribe y Sudamérica. Cruz-Castillo JG & Torres-Lima PA (compiladores). Primera edición, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, D.F. 19-24.
- Cordovil BRM, Pessoni LA (2006) Floral biology and the reproductive system of *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) in an amazonian savanna. Acta Amazónica 36(2): 159-168.
- Cossio-Vargas LE, Salazar GS, Medina TR (2008) Desarrollo floral de los aguacates 'Choquette' y 'Booth-8' en clima cálido. Parte I. Agricultura Técnica en México 34: 43-49.
- DeJong TM, Goudriaan J (1989) Modeling peach fruit growth and carbohydrate requirements: reevaluation of the double-sigmoid growth pattern. Journal American Society for Horticultural Science 114: 800-804.
- Fisher DV (1962) Heat unit and number of days required to mature some pome and fruits in various areas of North America. Journal American Society for Horticultural Science 80: 114-124.

- Freitas J da L, Santos, MM de LS, Oliveira F de A (2010) Reproductive phenology of the agroforestry system arrangement of species in na Ilha de Santana, in the Brazilian State of Amapá. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 53(1): 78-86.
- García E (1983) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. D.F., México. 219 pp.
- Geífus F (1994) Malpighiaceae, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. En: El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol. 2 Guía de especies. CATIE/ENDA Caribe. Turrialba, Costa Rica. 411-414.
- Gènard M, Bruchou C (1993) A functional and exploratory approach to studying growth: the example of peach fruit. *Journal American Society for Horticultural Science* 118: 317-323.
- Geraldo-Martins AB, Martínez PD (2002) La acerola (*Malpighia glabra* L.) en Brasil. En: Frutales para México. Contribuciones del Caribe y Sudamérica. Cruz-Castillo JG & Torres-Lima PA (compiladores). Primera edición, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, D.F. 25-30.
- Hodges T, Ritchie JT (1991) The CERES-Wheat phenology model. In: Predicting crop phenology. Prosser, Washington. 133-141.
- León J (2000) Botánica de los cultivos tropicales. Tercera edición revisada y aumentada. Colección Libros y Materiales Educativos núm. 84. IICA. San José, Costa Rica. 269-270.
- Martínez ME (2008) El Nanche (*Byrsonima crassifolia* L. HBK) un recurso fitogenético subutilizado en México. En: Enfoques tecnológicos en la fruticultura. Un tributo a Raúl Mosqueda. Cruz CJG, Torres LPA (Coord.). Universidad Autónoma Chapingo. 87-99.
- Medina-Torres R, Salazar GS, Gomez AR (2004) Fruit quality indices in eight nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.] selections. *HortScience* 39: 1070-1073.
- Mosqueda-Vázquez R, De los Santos F, Ireta-Ojeda A (1993) Degree-days and base temperatures required for inflorescence and fruit development in mango Manila. *Acta Horticulturae* 341:232-239.
- Pennington DT, Sarukhán J (1968) Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-ONU. 413 pp.
- Ryugo K (1993) Fruticultura. Ciencia y arte. AGT-Editor, S.A. 460 pp.
- SAS (1999) SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Release 8.0 Edition. Cary, NC, USA.
- SIGMAPLOT (2006) SigmaPlot, Systat Software, version 10, Inc. SigmaPlot for Windows.
- Salazar-García S, Lord EM, Lovatt CJ (1998) Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop year. *Journal American Society for Horticultural Science* 123: 537-544.
- Salazar-García S, Cossio VLE, González DIJL, Lovatt CJ (2007) Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. Parte II. Generación y validación de modelos de predicción del desarrollo floral. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13: 93-101.
- Salazar-García S, Cossio VLE, González-Durán IJL (2009) Validación de modelos de predicción del desarrollo floral del aguacate 'Hass' desarrollados para Nayarit, en varios climas de Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15(3): 281-288.
- SIAP (2008) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://oeidrus-portal.gob.mx/aagricola/siap/icultivo/index.jsp> (Consultado 22 mayo 2008).

- SIAP (2010) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://oeidrus-portal.gob.mx/aagricola/siap/icultivo/index.jsp> (Consultado 20 octubre 2010).
- Villachica H (1996) Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaria Pro Tempore. Lima, Perú. 367 pp.
- Webber HJ (1946) Plant characteristics and climatology. In: The Citrus Industry I. University of California. 41-49.
- Whiley AW, Rasmussen TS, Wolstenholme BN, Saranah JB, Cull B (1991) Interpretation of growth responses of some mango cultivars under controlled temperatures. *Acta Horticulturae* 291: 22-31.
- Zamora N, González J, Poveda LJ (2000) Árboles y arbustos del bosque seco de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica. 5 pp.

