



ESTUDIO FENOLÓGICO EN ZAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] GUERRERO, MÉXICO

[PHENOLOGICAL STUDY OF ZAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] IN GUERRERO, MEXICO]

**Cid Aguilar Carpio^{1*}, Víctor Arturo González Hernández²,
José Antonio Mora Aguilera³ and Ángel Villegas Monter⁴**

¹*IDAGRO S. de R. L. de C. V., Carretera Yautepec-Tlayacapan S/N, Col. Puente Pantitla, Tlayacapan, Morelos.*

²*Programa de Fisiología Vegetal,.*

³*Programa de Fitopatología, Instituto de Fitosanidad.*

Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km 35.5, C.P. 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México. Email: aguilar.cid@colpos.mx.

⁴*Programa de Fruticultura, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad*

**Corresponding author*

RESUMEN

En este trabajo se estudió la fenología del zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] en Alpoyecá, Gro. No están caracterizados los eventos que ocurren durante la floración y primeras etapas de la formación del fruto, por lo que se midió: número de yemas, diámetro de yemas y diámetro de rama. En la fenología se identificaron 13 eventos, desde el primera evento que fue la aparición de una yema floral con un domo, de 0.5 mm de diámetro, hasta el evento 13, que es cuando el árbol está llenando al fruto de carbohidratos. Se considero que los puntos críticos en el desarrollo del fruto son los Eventos 9 y 10, porque se da el proceso de polinización y fecundación de fruto. En el número de yemas se encontró que los promedios más altos por rama se presentan en los meses de julio, agosto y septiembre, después existe una caída de yemas florales. En promedio quedan de 0 a 3 frutos por rama.

Palabras clave: *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn; fenología; yemas florales; óvulo fecundado.

SUMMARY

In this work was studied the phenology of zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] in Alpoyecá, Gro. Mamey's phenological events are not characterized, and hence: number of shoots, diameter of shoots and diameter of branch were measured. As a result 13 events were identified, from the first event, we have the appearance of a floral shoot with a dome, of 0.05 mm of diameter, until the event 13, when the tree is filling the fruit of carbohydrates. It was consider as critical points events 9 and 10, because of the process of pollination and fruit fecundation. The highest averages of shoots appearance by branch was between the months of July, August and September, later a fall of floral shoots is observed. In average of 0 to 3 fruits are left by branch.

Key words: *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn; phenology; floral shoots; ovum fecundation.

INTRODUCCIÓN

El mamey [*Pouteria sapota*(Jacq.) H.E. Moore & Stearn] de la familia Sapotaceae, es un frutal tropical originario de las selvas del sur de México y de América Central donde abundan los tipos criollos. Después la especie se diseminó a otros países y

actualmente se le encuentra en Antillas, Sudamérica, Filipinas, Cuba y Estados Unidos. En México se cosecha una superficie de 1,350 ha ubicadas entre 0 y 1200 msnm, y los estados de mayor producción son Yucatán, Guerrero, Veracruz, Michoacán y Campeche, con rendimiento medio de 12 t ha⁻¹ (SIAP, 2012).

El árbol se desarrolla en climas cálidos y húmedos, de baja altitud y suelos francos. Se desarrolla con temperatura media anual de 23 a 26 °C y precipitación anual de 575 a 2635 mm. Es sensible a sequías, inundaciones prolongadas y vientos fuertes, los cuales dañan los brotes tiernos y las yemas en brotación. El desarrollo vegetativo del mamey para formación de ramas y hojas ocurre de enero a mayo (Ibarra, 2005).

En la región de Huamuxtitlán, Gro., existen huertos antiguos con árboles gigantes de más de 30 años, así como huertos recientes con árboles de 3 a 15 años y 4 a 8 m de altura. Casi todos los árboles fueron plantados con semilla, ya que la propagación asexual no se ha generalizado en las regiones productoras del estado de Guerrero debido al desconocimiento de los productores para aplicar estas técnicas que permiten la clonación y homogenización de las plantaciones (Romero, 2003). El centro-Occidente de Michoacán posee alta variabilidad morfológica de *Pouteria sapota*, la cual se manifiesta en aspectos morfológicos del fruto (forma, tamaño, textura y aroma del mesocarpio) (Bayuelo-Jiménez y Ochoa, 2006). A la propagación sexual se atribuye el que haya una amplia diversidad genética que se expresa mediante numerosas variantes en forma y tamaño de árbol y fruto, en alternancia, y en épocas de floración y de maduración del fruto; en promedio, el fruto madura en aproximadamente de 18 a 20 meses a partir de la floración, y de la aparición de yemas florales a floración transcurren de 4 a 6 meses (Sandoval *et al.*, 2006). En Alpoyecá, Gro., la floración principal ocurre de junio a septiembre y la cosecha principal de enero a abril, pero la floración y el cuajado de fruto varían entre árboles, desde nulo hasta abundante; además, existe variación en el manejo de los huertos, sobre todo por falta de asistencia técnica en la región (Ibarra, 2005).

La cosecha que se aprovecha comercialmente es la que se obtiene de frutos que maduran entre diciembre y abril, cuando el precio del fruto deja ganancias; el resto de la producción, de abril a junio, no se cosecha porque el ingreso por ventas no paga los costos de colecta. El precio medio rural para Alpoyecá, Gro. es de alrededor de \$9,333.00 por tonelada. En Alpoyecá, Gro. el rendimiento fue de 9 t ha⁻¹ (SIAP, 2012). Para propósitos comerciales, el fruto debe cosecharse cuando la pulpa empieza a enrojecer; para consumo fresco el fruto se cosecha hasta que llegue a ser completamente rojiza (Toral, 1988).

Los productores de la región requieren aumentar el rendimiento y concentrar la cosecha en el invierno. Por ello es necesario determinar la secuencia de eventos fenológicos desde brotación de yemas florales hasta maduración de fruto, en árboles contrastantes en su comportamiento para así determinar la cinética del desarrollo reproductivo,

incluyendo floración y apertura floral. Con esa información se podrían identificar las características deseables para seleccionar árboles sobresalientes y propagarlos vegetativamente, y permitiría también aplicar técnicas de cuajado de fruto. Los eventos fenológicos de mayor interés en frutales son: aparición de yemas, aparición de hojas, maduración de frutos y caída de hojas, pero la designación de eventos fenológicos significativos varía entre plantas. El objetivo del estudio fue documentar el desarrollo de órganos reproductivos en árboles de zapote mamey contrastantes en floración y rendimiento, en Alpoyecá, Gro., según la identificación que hacen los propios agricultores. Al respecto, se postuló que los árboles considerados precoces iniciarían el desarrollo floral antes que los tardíos y que los árboles clasificados como de alto rendimiento cuajarían más frutos que los de bajo rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fenológico se inició en abril del 2005, en un huerto particular ubicado en Alpoyecá, Gro., entre los paralelos 17° 32' y 17° 40' LN y entre los meridianos 98° 01' y 98° 31' LO (INEGI, 2000). La cabecera municipal se localiza a 1030 m de altitud (SAGARPA, 2002). Los climas predominantes en el municipio son: el cálido subhúmedo, cálido y semicálido subhúmedo, con una temperatura media de 22 °C y una precipitación anual de 800 mm (García, 2005).

Para el estudio se utilizaron cuatro árboles de zapote mamey con altura promedio de 5 m y 15 años, similares en vigor y sanidad.

Se cuantificó el desarrollo reproductivo, a partir del 16 de abril del 2005; en cada árbol se cuantificó cada dos semanas el número y diámetro de yemas florales y frutos, y el diámetro de la rama, en cuatro ramas (norte, este, sur y oeste). Cada rama fue dividida en 3 secciones iguales, denominadas basal, media y apical. Cada sección de rama constituyó la unidad experimental. El número de yemas florales (o frutos) y el diámetro de la rama se midieron en cada sección de la rama; el diámetro de la yema (o del fruto) se midió en milímetros, con un vernier, en cuatro yemas por sección.

Para caracterizar la apertura floral se hicieron observaciones visuales cada 2 h durante 3 días y 3 noches seguidas, en yemas hinchadas, para registrar los cambios morfológicos y las horas del día en que ocurre dicha apertura. Mediante fotografías se registraron diferentes eventos fenológicos del zapote mamey, desde aparición de la yema floral hasta la madurez fisiológica del fruto, pasando por apertura floral y cuajado del fruto. Se registraron las fechas en que ocurrieron los siguientes eventos fenológicos:

aparición de la primera yema floral en cada árbol, apertura de la primera flor, iniciación de semilla en el fruto (mediante cortes longitudinales de frutos de 1 cm de diámetro), y formación de escamas en el fruto; en la apertura floral se registraron las horas que dura la flor derramando polen.

Se graficó la dinámica del promedio de número de yemas florales y frutos con respecto al tiempo, los datos fueron de cuatro ramas tomadas en los cuatro punto cardinales de cuatro árboles, por fecha de muestreo. En el diámetro de yemas florales y frutos, se midió en 4 yemas por cada sección de la rama (basal, media y apical), junto con su desviación estándar. El diámetro de la rama, se tomo en tres secciones de la rama, en puntos específicos. Se graficaron los datos obtenidas del promedio en las tres secciones de la rama a diferentes fechas, al igual que su desviación estándar con el programa Excel de Microsoft versión 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Secuencia de eventos fenológicos en mamey

Se le dio seguimiento a los eventos fenológicos desde el 14 de abril de 2005, en árboles de zapote mamey. A continuación se muestra los diferentes eventos de desarrollo desde yemas florales hasta fruto. El primer evento fenológico (EF1) registrado el 15 marzo del

2005 corresponde a una pequeña yema floral en forma de domo de color verdoso, de 0.5 mm de diámetro, que luego formará una flor (Figura 1). Ese domo se transforma en yema redonda tamaño “canica” de color verde (EF2) registrado el 24 de abril del 2005 con diámetro de 1.2 mm, formada por los primordios de los sépalos que posteriormente formarán el cáliz de la flor (Figura 2): Luego la yema crece en todas direcciones (2.0 mm θ) registrado el 21 de mayo de 2005, y adquiere color de verdoso a amarillento (Figura 3); en el interior de la yema en EF3 ya se detectan primordios de estructuras florales, como androceo y gineceo (Figura 4). En el EF4, con yemas más grandes de 2.5 mm de diámetro, ya se pueden observar la formación de 8 sépalos florales y 2 más las cuales denominamos brácteas (Figura 5), y en su interior se distinguen estambres diferenciados (Figura 6). Ibarra-Manríquez (1985) reporta que las flores son monoclinas (es decir, con la parte masculina y femenina). Sin embargo, Pennington (1990) reporta que las flores son unisexuales (planta dioica) o bisexuales. Cuando la yema alcanza los 3 mm de diámetro (EF5), la yema comienza a crecer más a lo largo que a lo ancho para iniciar la forma ovoide típica del fruto (Figura 7); en esta momento los sépalos ya están completamente formados y los pétalos aún están en formación, al mismo tiempo se tienen anteras ditécas con dehiscencia longitudinal (Figura 8 y 9).

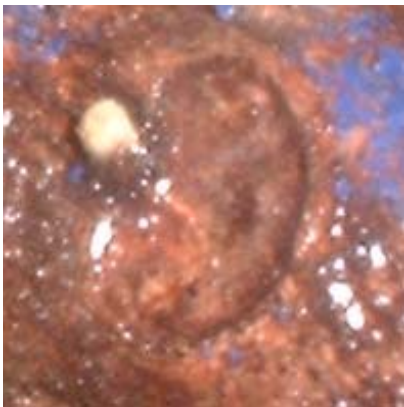


Figura 1. Evento fenológico 1, iniciación yema floral.



Figura 2. Evento fenológico 2, yema redonda en forma de “canica” de color verde.



Figura 3. Evento fenológico 3, (exterior) yema floral que muestra sépalos.



Figura 4. EF3, (interior) primordios de estambres y pistilo, visibles al microscopio estereoscópico.



Figura 5. Evento fenológico 4, formación de sépalos.

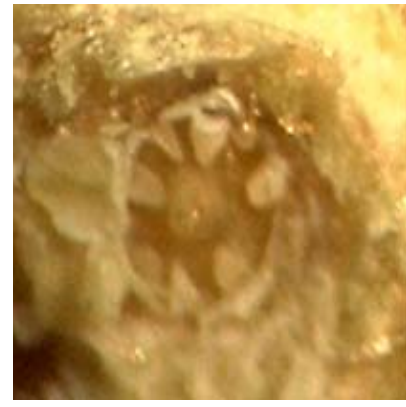


Figura 6. EF4 estructuras florales internas (estambres diferenciados) y pétalos inmaduros.



Figura 7. Evento fenológico 5, (exterior) flor cerrada.



Figura 8. EF5, (interior) pétalos blancos en formación.

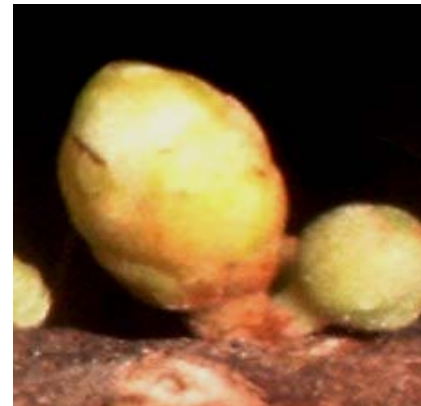


Figura 9. EF5, (interior) dehiscencia de anteras.

Después, en EF6 empieza a salir el pistilo (órgano femenino) y el crecimiento apical es pronunciado (Figura 10). Cuando el estilo se ha alargado a una longitud de alrededor de 3 mm (EF7), los pétalos empiezan a despegarse del pistilo lo que significa que la flor empieza a abrir (Figura 11). Luego la corola de cinco pétalos se abre (EF8) y se logran observar 5 estambres y 5 estambres falsos “estaminoides”. La apertura de la flor ocurre en la noche, desde las 19 h (Figura 12); a las 24 h la flor queda completamente abierta y los pétalos quedan al nivel del estigma y las anteras están liberando el polen que fecundará al pistilo (Figura 13). Según López (1998), este tipo de floración se da en forma imbricada quincuncial. El derrame de polen termina entre las 2 y 3 am del siguiente día, ya que a esa hora las anteras están vacías, lo cual significa que terminó la polinización y el probablemente el ovario ya quedó fecundado (Figura 13). Davenport y O’Neal (2000) observaron

365 flores durante un periodo de 20 días, y al igual que en el presente estudio, descubrieron que las flores abren de noche, ya que sólo en pocos casos la antesis comenzaba antes de la puesta del sol. Es probable que la antesis nocturna sea debido a que la flor es sensible a la baja humedad relativa y alta temperatura del aire, como ocurre durante el día por los rayos solares. Está pendiente determinar la duración de la receptividad del estigma. (Pennington 1990, Ortiz y Cabello 1991, Knight *et al.* 1993). Al segundo día de haberse abierto la flor y polinizado, se empieza a formar el fruto, los pétalos empiezan a deshidratarse y a senescer (EF10). Para este momento la corola se cierra nuevamente y los pétalos quedan encerrados por el cáliz; pero en algunos casos los pétalos se desprenden y sólo queda el cáliz, con el gineceo sin pétalos (Figura 14). El ovario fecundado, o sea el fruto tierno de ~ 8 mm de diámetro, está formado por 5 carpelos, con un óvulo en cada celda de los cuales solo uno se desarrolló

(CENTA, 2003) (EF11), tiene coloración verdosa y los sépalos entran en proceso senescencia, registrado 15 días después de la floración (Figura 15). Al continuar su desarrollo, el fruto empieza a formar escamas en la parte exterior de la cáscara, la cual se desarrolla a partir de la pared del pericarpio (Esau, 1985), y continúa hasta que cubre todo el fruto. El fruto empieza a adquirir color café rojizo desde que tiene 2 cm de diámetro (Figura 16 y 17). Evento 13, durante el llenado del fruto las hojas del árbol aportan azúcares y carbohidratos para su crecimiento, también

aumenta el número de escamas (EF13), y el hilio o sitio de unión con la rama se ensancha (17/02/06) (Figuras 18). Durante la maduración, en los frutos ocurren muchos cambios fisiológicos como un aumento de la actividad respiratoria. Al mismo tiempo, las células de parénquima crecen al máximo y almacenan toda clase de sustancias de reserva (como azúcares y lípidos), por lo que el pericarpio o pulpa pierde consistencia y el tejido se vuelve blando (López, 1998).



Figura 10. Evento fenológico 6, emergencia de pistilo.



Figura 11. Evento fenológico 7, alargamiento del pistilo



Figura 12. Evento fenológico 8, inicia apertura floral (19 h).



Figura 13. Evento fenológico 9, flor abierta y anteras sin polen (3 am).



Figura 14. Evento fenológico 10, floración (2 días después de apertura floral).



Figura 15. Evento fenológico 11, floración (15 días después de apertura floral).



Figura 16 y 17. Evento fenológico 12, iniciación y cubrimiento parcial de escamas en fruto.



Figura 18. Evento fenológico 13. Fruto totalmente cubierto de escamas. 17/02/06

Crecimiento de yemas, flores y frutos

En cuanto al número promedio de yemas florales que crecían por árbol nos dan como resultado; en el árbol 1, 3 y 4 la aparición de yemas florales ocurre desde antes de abril, a medida que avanza tenemos caídas y nuevas brotaciones hasta junio, donde empieza un disparo de nuevas brotaciones alcanzando su pico máximo de 62 yemas florales en promedio por rama desde julio hasta septiembre, además podemos observar en la desviación estándar que tenemos mucha variación con el número de yemas, y es por el aborto de yemas florales por factores climáticos y fitopatológicos en especial los meses de julio a septiembre, esto dice que en algunas ramas podemos tener 62 yemas, mientras que en otras ramas se tienen 43 yemas (69 %), a finales de agosto el 35 % de las yemas son flores fecundadas, a medida que avanzan los meses, para enero sólo logran quedar 6 frutos una explicación a esta caída de frutos en formación puede ser por cuestiones fisiológicas la rama no retiene la flor y se supone también que por la forma en que el árbol distribuye sus compuestos, la rama no llena todos los frutos (figura 19A). En la región de Los Tuxtlas, el inicio de la floración es durante el mes de julio, y la cosecha de frutos entre mayo y julio. Los frutos tardan hasta más de un año en desarrollarse en el árbol, de tal forma que en la cosecha de un año ya existen frutos pequeños que alcanzarán su talla madura en la siguiente cosecha (Davenport y O'Neal 2000, Ricker 2000, Ricker 2001).

Por otro lado Davenport y O'Neal (2000), mencionan que 30 días después de la antesis, el 38 % de las flores marcadas todavía estaban en los árboles, de las cuales la mayoría se convirtió en fruto, mientras que solo cerca del 5 % de las flores fueron conservadas durante las estaciones del invierno. Puesto que esta especie se adapta a los climas continuamente calientes en las zonas tropicales, es posible que el índice de crecimiento del tubo del polen, la receptividad del pistilo, u otro componente del proceso de floración sea afectado negativamente por temperaturas fuera de su gama de adaptación. En este trabajo no tenemos porcentajes tan bajos como en el trabajo de Davenport y O'Neal (2000), porque no se seleccionaron tantas yemas para darle seguimiento a su crecimiento, y obtuvimos los porcentajes en base a lo que se tenía por rama.

En la figura 19 (B), como al igual que en el árbol 1, 3 y 4 desde antes de abril tenemos existencia de yemas

florales, porque tiene la característica de ser un árbol de alta floración, su crecimiento va aumentando continuamente, porque hay brotación de nuevas yemas florales hasta llegar a su máxima brotación de yemas en promedio de 240 yemas por rama en julio hasta septiembre, pero a mediados de octubre se tiene una caída de flores debido a factores como plagas o cuestiones fisiológicas, quedando sólo un fruto en promedio por rama en el mes de enero, de las 6 a 12 yemas florales que menciona Morton (1999) que crecen en las axilas de las hojas caídas.

Al igual que el número de yemas, también se gráfico el diámetro de la rama y como resultado se tiene que el crecimiento es estático, no existe cambio en el grosor de la rama, porque el árbol utiliza sus compuestos para producir diferentes órganos como hojas, yemas florales, además se dedica en presencia de luz a la fijación de CO₂ en hojas y en protoplastos, y da como principales productos el almidón y la sacarosa (Pontis, 1977), que son transportados hacia el llenado de fruto.

Se cuantifico el diámetro de yemas en tres secciones de la rama (basal, media, apical), graficando se encontró que la menor existencia de yemas es en la parte apical de las ramas. La mayor existencia de yemas es en la sección media y basal, porque hasta el mes de diciembre, sólo en estas secciones tenemos yemas con un promedio de 2 cm, o sea, se está midiendo un fruto en formación (figura 20). A diferencia de Davenport y O'Neal (2000), que observaron que el zapote mamey producía flores a lo largo de la rama pero solamente algunas sobrevivían a la etapa de fructificación. Se convierten varios en racimos de yemas florales en los meristemas nodales distribuidos a lo largo de las ramas. También Balerdi *et al.*, (1996) dice que las yemas florales se producen abundantemente a lo largo de las ramas más pequeñas y tienden a arracimarse en los extremos.

Existen árboles individuales que no siguen el patrón general, dando frutos algunos árboles un poco antes y otros después (prolongando el periodo de abril a septiembre). El periodo reproductivo de un árbol de mamey empieza normalmente entre los 10 y 20 años, dependiendo de la tasa de crecimiento, y su esperanza de vida probablemente es por lo menos entre los 100 y 200 años (Morton 1987, Balerdi 1991, Campbell *et al.* 1998).

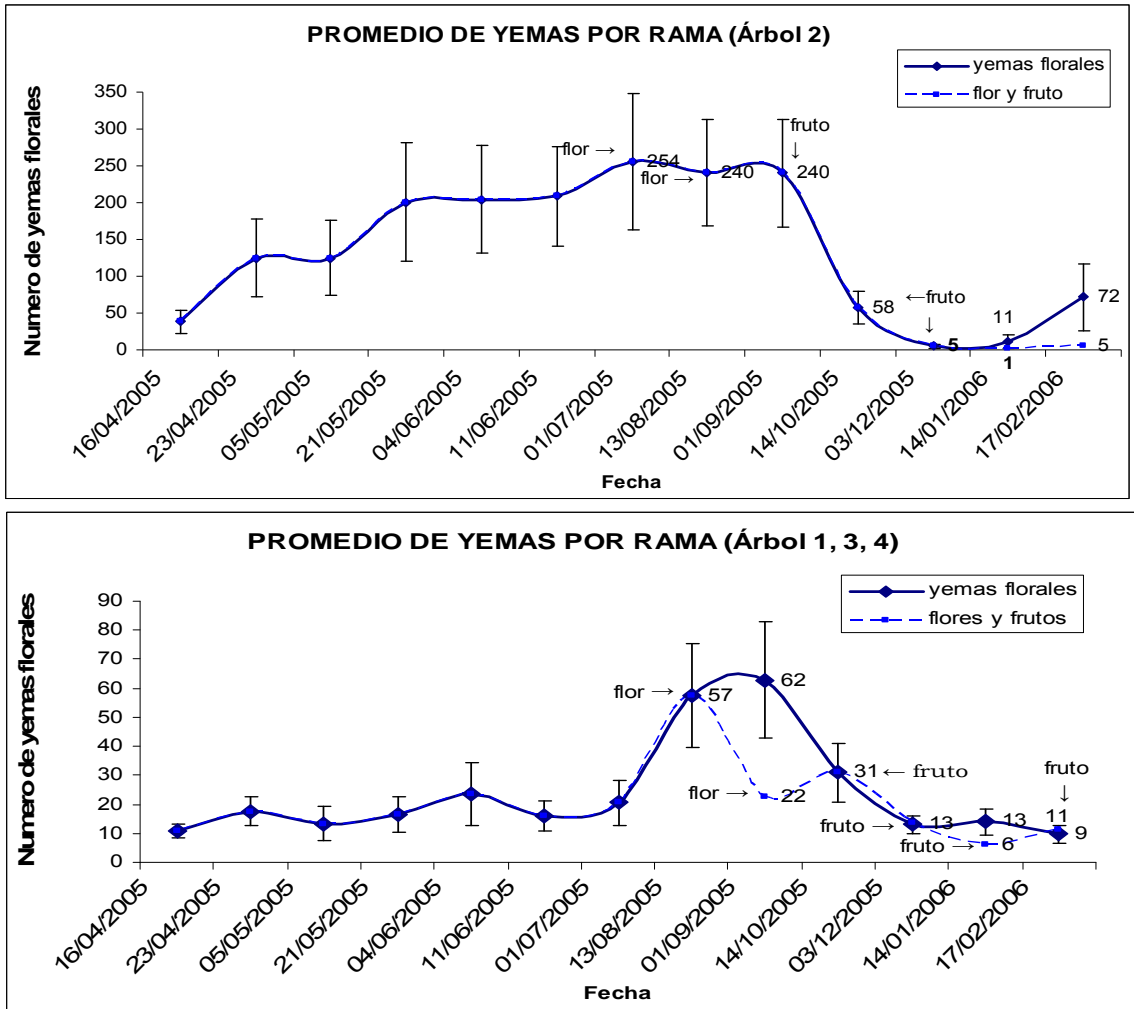


Figura 19.- Curva promedio de cuatro orientaciones del número de yemas y flores a diferentes fechas, en tres árboles; precoz de buen rendimiento, tardío de bajo rendimiento y precoz de medio rendimiento (A) en contraste con uno tardío de medio rendimiento (B).

CONCLUSIÓN

Hasta febrero del 2006 se han identificado 13 eventos fenológicos del desarrollo reproductivo. Van desde la aparición de la yema floral hasta la cobertura del fruto por escamas. La apertura floral ocurre durante la noche, pero las anteras pueden derramar polen desde antes de la apertura. La formación de nuevas yemas inicia en enero, pero su más alta aparición ocurre entre julio y septiembre. En septiembre ocurre una fuerte caída de flores y frutos que es de 90% en los

árboles de buen rendimiento. En los de bajo rendimiento, el aborto es de 99% o más. En los árboles de rendimiento medio o bueno, en promedio quedan de 6 a 9 frutos por rama, hasta febrero. Los frutos crecen más en la parte media de la rama, que en sus extremos.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Guerrero, por el aporte económico para realizar este trabajo.

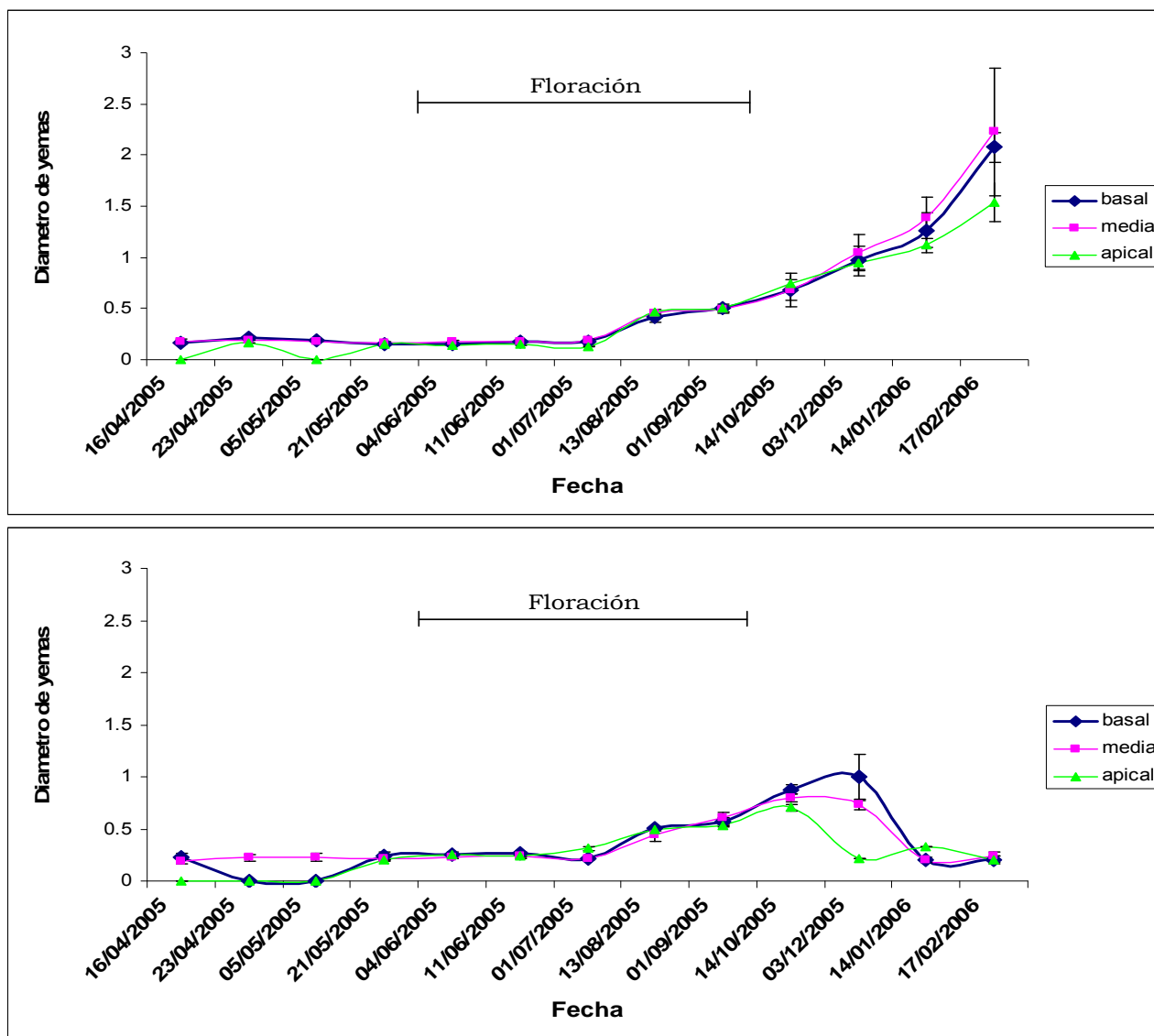


Figura 20. Grafica del promedio de diámetro de yemas florales en tres secciones de la rama (parte basal, media y apical) en diferentes fechas, en el árbol 1, 3 y 4 (A), en contraste con el árbol 2 (B).

REFERENCIAS

Balerdi, C. 1991. More choice. An update on Mamey sapote cultivars in Florida. *Tropical Fruits World 2*: 18-19.

Balerdi C.F., J.H. Crane and C.W. Cambell. 1996. The mamey sapote. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 11 p.

Bayuelo-Jiménez J.S., I. Ochoa. 2006. Caracterización morfológica de sapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacquin) H.E. Moore & Stearn] del centro occidente de Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(1): 9-17.

Campbell, R.J., Zill, G., H. Manhdeem. 1998. New mamey sapote cultivars from tropical America. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 41:219-222.

CENTA. 2003. Guía técnica. Cultivo del zapote. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Km 33½, Carretera Santa Ana, La Libertad, Republica de El Salvador, C. A. 40 p.

Davenport, L.T., O'Neal, T.J. 2000. Flowering and fruit set of mamey sapote [*Calocarpum*

- sapota* (Jacq.) Merr.] cv. Magaña in South Florida. *Scientia Horticulturae* 83: 61-70.
- Esau, K. 1985. Anatomía de las plantas con semilla. Editorial Hemisferio Sur S. A. Primera edición. Santa Barbara, California E. U. A. 512 p.
- García E. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 p.
- Ibarra, E.M.E. 2005. Morfología de hojas y fenología en selecciones de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) de Alpoeyca, Gro., y Czones, Ver. Tesis de maestro en ciencias. Colegio de postgraduados. Programa en fruticultura. Montecillo, Texcoco, Estado de Mexico. 60 p.
- Ibarra-Manríquez, G. 1985. Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, Veracruz, México. Tesis de licenciatura en biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., México. 264 p.
- INEGI. 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Guerrero, Anuario Estadístico del Estado de Guerrero año 2000, Aguascalientes, Ags., Manual “ Los municipios de Guerrero”, editado por CEDEMUN.
- Knight, R.J.Jr, Campbell, C.W., Campbell, R.J. 1993. Pollination requirements for successful fruiting of tropical fruit species. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 37: 167-170.
- López, R.G.F. 1998. Botánica. Anatomía, morfofisiología y diversidad. Primera edición. Universidad Autonoma Chapingo. Texcoco, Chapingo, Estado de México. 281 p.
- Morton, J.F. 1987. Fruits of warm climates. Publicado por Julia F. Morton, Miami Florida, EUA. 505 p.
- Morton, J.F. 1999. Sapote. In: Fruits of warm climates. Miami, FL. pp 398–402.
- Ortiz, S.F.J. y Cabello, G.T. 1991. Use of insects in the pollination of subtropical crops. *Agricola Vergel* 10(119):692-694.
- Pennington, T.D. 1990. Flora Neotropica. Monograph 52: Sapotaceae. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. USA. 771 p.
- Pontis, H.G. 1977. In *International Review of Biochemistry*, Vol. 13 (D.H. Northcote, ed.), pp 80-111. University Park Press, Baltimore.
- Ricker, M. 2000. Enriquecimiento de la selva con árboles nativos: un análisis de costo-beneficio con tres especies en Los Tuxtlas, Veracruz. En: Escalante R y Aroche F (recopiladores). *El sector forestal en México*. Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., México. pp 85-113.
- Ricker, M. 2001. Manejo y evaluación económica de una especie arbórea de la selva tropical: El mamey (*Pouteria sapota*). En Rendón A B, S D Rebollar, J N Caballero y M A Martínez-Alfaro (eds.) *Plantas, cultura y sociedad: estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los arbores del siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana (Iztapalapa), México D. F., México. pp. 287-307.
- Romero, G.E., R.S. Flores. 2003. Propagación asexual en mamey (*Calocarpum sapota* Jack). *Tecnología Produce. Serie Frutícola*. 2:8.
- Sandoval, M.E., E. Nieto A., I. Alia T., V. López M., Ma T. Colinas L, A. Martínez M., C.M. Acosta D., M. Andrade R., O. Villegas T. y D. Guillén S. 2006. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(2): 59-62.
- SAGARPA. 2002. Datos de clima. Oficinas de análisis hidroclimatológicos. Comisión Nacional de Agua. Iguala, Gro. Disco compacto.
- Sistema de Información Agropecuaria (SIAP). 2012. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. Disponible en: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanu_ar.html (Revisado: 12 septiembre de 2012).
- Toral, J.J.P. 1988. Monografía del cultivo del mamey (*Calocarpum sapota* (Jacq) Merr.). Comisión Nacional de Fruticultura. Escuela Nacional de Fruticultura. Xalapa, Veracruz. México. 40 p.