

# MOMENTO DE ANTESIS, DEHISCENCIA DE ANTERAS Y RECEPTIVIDAD ESTIGMÁTICA EN FLORES DE LECHOSA (*Carica papaya* L.) cv. CARTAGENA AMARILLA

Jorge Parés<sup>1</sup>, Carmen Basso<sup>2</sup> y Damelys Jáuregui<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se estudiaron aspectos de importancia dentro de la biología floral de la lechosa (*Carica papaya* L.). La población de plantas de lechosa estudiada se obtuvo de semillas comerciales del cv. Cartagena Amarilla. La antesis se evaluó mediante observaciones directas en campo sobre flores, seleccionadas al azar, de cada uno de los tipos florales. El tipo floral I fue el más tardío en la ocurrencia de la antesis y ésta se presentó en mayor intensidad a primeras horas de la noche. La receptividad estigmática, evaluada mediante la germinación de los granos de polen *in vivo*, comenzó el mismo día de la apertura floral. La dehiscencia de las anteras se determinó mediante observaciones directas en campo, con ayuda de una lupa. La ruptura de las anteras ocurrió dos días antes en los tipos florales V y IV+ y una día antes en los tipos II, III y IV.

**Palabras clave adicionales:** Biología floral, apertura floral, germinación de polen

## ABSTRACT

**Anthesis time, anthers dehiscence and stigmatig receptivity in papaya flowers (*Carica papaya* L.) cv. Cartagena Amarilla**  
Some important aspects about the floral biology of papaya (*Carica papaya* L.) were studied. The experimental plants were grown from commercial seeds of cv. Cartagena Amarilla. Anthesis was evaluated by direct observations in the field, selecting each floral type at random. Type I flower showed the latest anthesis, and this occurred with greater intensity at sun set. Receptivity of the stigma, evaluated *in vivo* by the germination of the pollen grains, started the same day as floral aperture. Dehiscence of anthers was evaluated by direct observations in field, using the help of a magnifying glass. Dehiscence of anthers in types V and IV+ flowers occurred about two days before floral aperture and one day before it in types II, III and IV flowers.

**Additional keys words:** Floral biology, floral aperture, pollen germination

## INTRODUCCIÓN

La lechosa (*Carica papaya* L.), perteneciente a la familia Caricaceae, es nativa del trópico americano (Badillo, 1993), pero su origen exacto ha sido muy discutido debido a que su rango natural se ha visto oscurecido por la diseminación de las semillas por parte del hombre (Manshardt, 1992).

En esta especie las flores crecen en inflorescencias, las cuales pueden ser racimos pendulosos o cortos, según sea el genotipo sexual. (Storey, 1987; Badillo, 1993).

Se reconocen seis tipos bien diferenciados de flores: uno femenino, tres hermafroditas y dos masculinos, designados comúnmente como

tipos I, II, III, IV, IV+ y V, respectivamente (Storey, 1941).

Las flores hermafroditas se distinguen por el número y distribución de los estambres, forma del ovario y características de la corola; estas flores también se denominan “pentandria” (tipo II), “irregular” (tipo III) y “elongata” (tipo V); dentro de este grupo las flores del tipo III y en menor grado las del tipo II presentan carpeloidía de estambres. Las flores masculinas pueden ser “funcional masculina” (tipo IV+) y “masculina típica” (tipo V); estas flores no desarrollan frutos (Storey, 1941; Badillo, 1993).

De acuerdo a la presencia de estos tipos florales las plantas de lechosa pueden agruparse en diversas formas sexuales o genomas: forma

---

Recibido: Marzo 3, 2001

Aceptado: Octubre 15, 2001

<sup>1</sup> Dpto. de Fitotecnia, Decanato de Agronomía, Universidad Centrocidental “Lisandro Alvarado”. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

<sup>2</sup> Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay. Venezuela.

androica, la cual presenta principalmente flores masculinas (tipo V), forma ginoica, con flores únicamente femeninas (tipo I) y la forma sexual andromonoica, con flores hermafroditas de diferentes tipos (Storey, 1941; Horovitz; 1954, 1955).

En Venezuela, a pesar de existir gran diversidad de genotipos de lechosa, se ha generado poca información sobre el comportamiento fenológico de esta especie. Algunos de los genotipos existentes son promisorios en el mejoramiento genético debido a que poseen atributos deseables desde el punto de vista frutícola (Storey, 1987).

La gran diversidad de genotipos se debe a que generalmente las semillas para las siguientes generaciones son tomadas de frutos de plantaciones a polinización abierta sin tomar en cuenta la fuente de polen (Storey, 1987).

Debido a que son pocos los cultivares de lechosa que mantienen sus características al reproducirse por semillas (Rodríguez et al., 1990) y dada la importancia de las polinizaciones controladas en la obtención de semillas que originen materiales con las características deseadas (Storey, 1987), es necesario, estudiar el comportamiento sexual de la lechosa.

La información existente sobre la biología reproductiva, ontogenia y estructura floral de la lechosa es muy escasa (Ronse y Smets, 1999) y la existente está centrada básicamente a las condiciones de Hawai, la India y Sudáfrica.

Mekako y Nakasone (1975) indicaron que el tiempo transcurrido desde la emergencia del botón floral hasta la antesis, bajo las condiciones de Hawai, fue de aproximadamente 45 días en flores masculinas y 47 días en las femeninas, mientras que las hermafroditas demoraron 49 días. Aparentemente, este período difiere considerablemente entre variedades de *Carica papaya* L., ya que se ha reportado en la India, un tiempo de 80 días en todos los tipos florales de los cultivares Coorg y Honey Dew (Sharma y Bajpai, 1969) y de alrededor de 10 semanas para el cultivar "Sunrise Solo" bajo las condiciones de Sudáfrica (Sippel et al., 1989).

Se ha observado para todos los tipos florales un pico de antesis al final de la tarde, para las flores estaminadas y pistiladas ocurre entre las 6 y 8 p.m., mientras que para las hermafroditas

entre las 8 y 10 p.m. Los resultados antes citados fueron obtenidos en Sudáfrica por Sippel et al. (1989).

La forma como ocurre la polinización en la lechosa no ha sido totalmente establecida (Ronse y Smets, 1999), al igual que el tiempo en que las flores permanecen abiertas liberando polen (Medina et al., 1980). Aparentemente, la polinización es efectuada principalmente por el viento, pero se cree que los insectos juegan un papel importante ya que las flores estaminadas poseen tres recompensas potenciales como lo son el polen, cristales de oxalato de calcio y nectar que pueden ser utilizados separadamente o en conjunto por los insectos visitantes (Storey, 1987; Ronse y Smets, 1999), aunque, según Storey (1987) las condiciones del clima pueden determinar que la polinización sea anemófila o entomófila.

Rodríguez et al. (1990) Al evaluar el nivel de autogamia en varios cultivares del grupo "solo" confirmaron la existencia de cleistogamia en esta especie, lo que indica que la dehiscencia de las anteras y la receptividad estigmática ocurre antes de la antesis. En tal sentido, Olivé (1952) y Ronse y Smets (1999) encontraron que la dehiscencia de las anteras se produce antes de que ocurra la apertura floral.

Heslop-Harrison y Shivanna (1977), al estudiar la superficie receptiva del estigma de las Caricaceae, mencionan que el género *Carica* se caracteriza por tener un estigma seco, con papilas unicelulares. Sin embargo, Ronse y Smets (1999) indicaron que las flores pistiladas de lechosa se caracterizan por producir un exudado estigmático, mencionando Olivé (1952) que los estigmas permanecen receptivos durante 3 días después de la antesis, obteniéndose los mejores resultados con la polinización artificial, cuando se ha practicado dentro de las primeras 48 horas después de la apertura de la flor.

De lo anteriormente expuesto y por constituir la biología floral un aspecto de trascendencia práctica en la producción de la lechosa que debe ser tomada en consideración al momento de establecer una plantación comercial por sus implicaciones en el manejo del cultivo y la producción de semillas, se justificó el presente estudio en el cual se determinó el tiempo de ocurrencia de algunos eventos en los diferentes tipos florales de lechosa descritos por Storey

(1941). Estos eventos fueron: el momento de antesis, el momento de receptividad del estigma y el momento de dehiscencia en los tipos florales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en una parcela de 1050 m<sup>2</sup>, en terrenos del campo experimental de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela. Las condiciones climáticas registradas durante el desarrollo de las plantas se resumen en la Figura 1.

El material vegetal utilizado fueron plantas de lechosa del cv. Cartagena Amarilla, el cual según Avilán y Rengifo (1986) se caracteriza por ser de porte alto, tallos y pecíolos verdes, de floración a los 4 meses después del trasplante y por presentar frutos de corteza amarillo claro, pulpa anaranjado pálido y sabor dulce.

La siembra se realizó en bolsas de polietileno, el suelo se desinfectó previamente con Basamid. Las plántulas fueron protegidas inicialmente del sol colocándolas bajo umbráculo y se sometieron a plena exposición solar 2 semanas antes del trasplante a campo.

La población sujeta a estudio quedó conformada, una vez realizado el entresaque, por 140 plantas en proporción 5:3:1 ginoica: andromonoica: androica, respectivamente.

La fertilización en campo se realizó en forma fraccionada según el análisis de suelo, incorporándose el fertilizante. Como fuente nitrogenada y potásica se utilizó úrea y sulfato de potasio.

El control de malezas se realizó manualmente en la hilera y entre las hileras se empleó una segadora rotativa. A los 15 días del control se aplicó un herbicida de contacto no selectivo.

Dado que se ha comprobado que las aspersiones con aceite blanco a las plantas de lechosa dificultan la transmisión del virus DRSV por medio de los áfidos (Trujillo et al., 1989), se aplicaron 15 mL de aceite blanco por asperjadora de 25 L, a partir de los 45 días de la germinación y a intervalos de 30 días.

El tiempo promedio transcurrido desde la emergencia del botón floral hasta la antesis se determinó marcando un botón floral visible, de 4 mm aproximadamente (Parés, 1998). Se evaluaron en total 30 flores de cada uno de los

tipos descritos por Storey (1941). Se seleccionó al azar una flor por planta a excepción de la forma sexual androica de la cual se evaluaron dos flores por planta dada su baja proporción en la población estudiada.

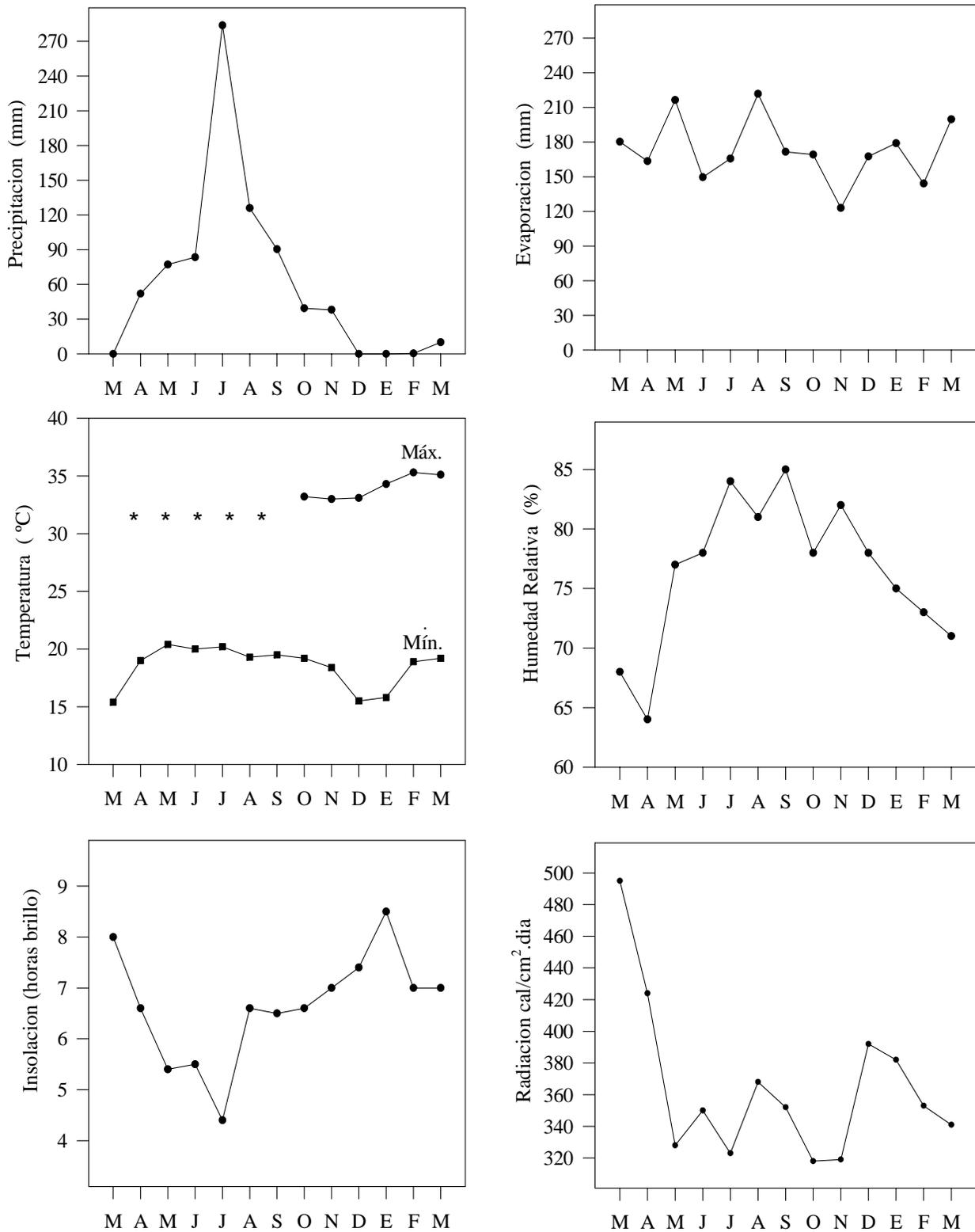
De igual manera se procedió a determinar en qué momento del día ocurrió la antesis para cada tipo floral en las distintas formas sexuales

Para evaluar la receptividad del estigma se procedió a aplicar la metodología de Osborn et al. (1988) que consiste en observar el burbujeo producido por la aplicación de peróxido de hidrogeno al 3% sobre la superficie estigmática. Sin embargo, se determinó el inicio de la receptividad del estigma mediante la germinación de granos de polen *in vivo* (Parés, 1998); para ello se realizaron polinizaciones controladas en 10 flores femeninas y 10 flores emasculadas de los tipos pentandria e irregular, una por planta, 4 días antes a la antesis abriendo cuidadosamente los pétalos de la flor. En el caso del tipo floral elongata no se obtuvo información por la ausencia de flores en la población de lechosa para el momento de realizar la evaluación.

La polinización se realizó con un pincel fino y se colocó el polen de anteras recién abiertas de flores del tipo V sobre las ramas estigmáticas de los tipos ya mencionados; se trató de que se fijara en ellas una buena cantidad del mismo. Las flores ya polinizadas se marcaron y diariamente se tomó como muestra una rama estigmática de cada flor, a partir de las 24 horas de realizada la polinización manual. Las diferentes muestras fueron llevadas al laboratorio donde se colorearon con azul de anilina en lactofenol al 1% para determinar con ayuda del microscopio óptico, el momento en que germinaron los granos de polen sobre la superficie estigmática; se tomó este momento como inicio de la receptividad del estigma.

Para la determinación de la dehiscencia de las anteras se evaluaron al azar 30 flores masculinas (V y IV+) y 30 flores de cada tipo hermafrodita (II, III y IV), seleccionándose una flor por planta a excepción de la forma sexual androica debido a la baja proporción en la población estudiada.

Las flores fueron marcadas y luego se abrieron cuidadosamente y con ayuda de una lupa se observó el momento en que ocurrió la dehiscencia de las anteras (Parés, 1998).



**Figura 1.** Datos climáticos registrados durante el período de realización del ensayo (\*datos faltantes)  
Fuente: Departamento de Climatología del INIA-Maracay.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una prueba de medias, según Duncan, a un nivel de significancia del 5% de probabilidad. Se utilizó el SAS (1996) como programa estadístico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor intensidad de la apertura floral ocurrió después de las 6 pm para todos los tipos florales y culminó cuando los pétalos estaban algo retorcidos y reflexos.

Se detectaron diferencias significativas entre los distintos tipos florales (Cuadro 1), por lo que el tipo de flor afectó la duración del período desde la emergencia del botón floral hasta la antesis. Al comparar las medias se encontró que los tipos producidos por la forma sexual andromonoica (II, III, IV y IV+) presentaron un comportamiento estadísticamente similar en cuanto al número de días transcurridos desde la emergencia del botón floral hasta la antesis.

El tipo floral I producido por la forma sexual

ginoica fue más tardío en la ocurrencia de la antesis, la cual tardó aproximadamente 35 días, mientras que los tipos florales de las plantas andromonoicas y las androicas tardaron 33 y 30 días, respectivamente (Cuadro 1). Este período probablemente se ve muy afectado no solo por el material genético de *Carica papaya* sino también por las condiciones climáticas imperantes en cada región donde se realicen las evaluaciones (Mekako y Nakasone, 1975; Arkle y Nakasone, 1984 y Sippel et al., 1989). Así, en la India Sharma y Bajpai (1969) reportaron un tiempo de 80 días desde la emergencia del botón floral hasta la antesis, en todos los tipos florales de los cultivares Coorg y Honey Dew, Makako y Nakasone (1975) encontraron en la línea 26 del grupo "solo" un período de 45 días en flores masculinas y 47 días en flores femeninas mientras que las hermafroditas demoraron 49 días, por otro lado, Arkle y Nakasone (1984) y Sippel et al. (1989) reportaron un período de 9 a 10 semanas para el desarrollo floral.

**Cuadro 1.** Tiempo transcurrido desde la emergencia del botón floral (Ebf) hasta la antesis para diferentes tipos florales de lechosa.

Tipo floral	Forma sexual	Días desde Ebf hasta antesis
I	Ginoica	34,93 ± 0,34a
II	Andromonoica	33,07 ± 0,42b
III	Andromonoica	33,40 ± 0,44b
IV	Andromonoica	33,03 ± 0,33b
IV+	Andromonoica	33,03 ± 0,46b
V	Androica	30,17 ± 0,32c

Medias con letras diferentes representan diferencias significativas según la prueba de Duncan con una probabilidad del 5%.

Con relación al momento del día en el cual ocurre la antesis, puede observarse para todos los tipos florales el mayor pico de antesis a primeras horas de la noche (Figura 2). Los tipos florales I y III son los primeros en iniciar la apertura floral. El tipo floral I, III, IV+ y V alcanzaron el pico de antesis entre las 6 y 8 de la noche; mientras que el IV y II lo presentaron entre las 8 y 10 de la noche.

La antesis se prolongó para cada tipo de flor hasta la mañana del día siguiente presentando únicamente el tipo V un ligero pico de antesis entre las 6 y 8 de la mañana.

Mekako y Nakasone (1975) al evaluar la línea 26 del grupo "solo" obtuvieron resultados similares en cuanto a la hora en que se inicia la

antesis y al momento de mayor ocurrencia de la apertura floral, pero no así en lo referente a la hora del día hasta la cual se prolonga la antesis, ya que señalan que las flores femeninas abren hasta las 10 pm mientras que las masculinas y hermafroditas abren hasta cerca de la media noche. Estas diferencias posiblemente sean debidas, tal como lo señalan los autores antes citados, a las variedades utilizadas o aspectos de la zona, por lo que es necesario realizar evaluaciones con diferentes materiales genéticos y bajo distintas condiciones ambientales.

La receptividad del estigma comenzó antes de la apertura floral, tal como lo reportaron Rodríguez et al. (1990). En el caso del tipo floral IV no se obtuvo información por la ausencia de

flores en la población estudiada para el momento de realizar esta evaluación. (Cuadro 2). Es conveniente mencionar que la metodología señalada por Osborn et al. (1988) para la determinación del inicio de la receptividad estigmática no pudo ser aplicada a la lechosa debido a que se observó el burbujeo característico del inicio de la receptividad del estigma en diversos estados de desarrollo del mismo como consecuencia de la producción de una sustancia mucilaginosa.

Nuestras observaciones no coinciden con lo reportado por Heslop-Harrison y Shivanna (1977) cuando señalan que la superficie receptiva del estigma del género *Carica* se caracteriza por su sequedad, ya que se pudo observar la producción de un exudado estigmático tal como lo mencionan Olivé (1952) y Ronse y Smets (1999).

En las flores hermafroditas de la lechosa cv. Cartagena Amarilla se presentó el fenómeno de dicogamia tipo protándrica, ya que los estambres alcanzaron la madurez para la polinización antes que los estigmas.

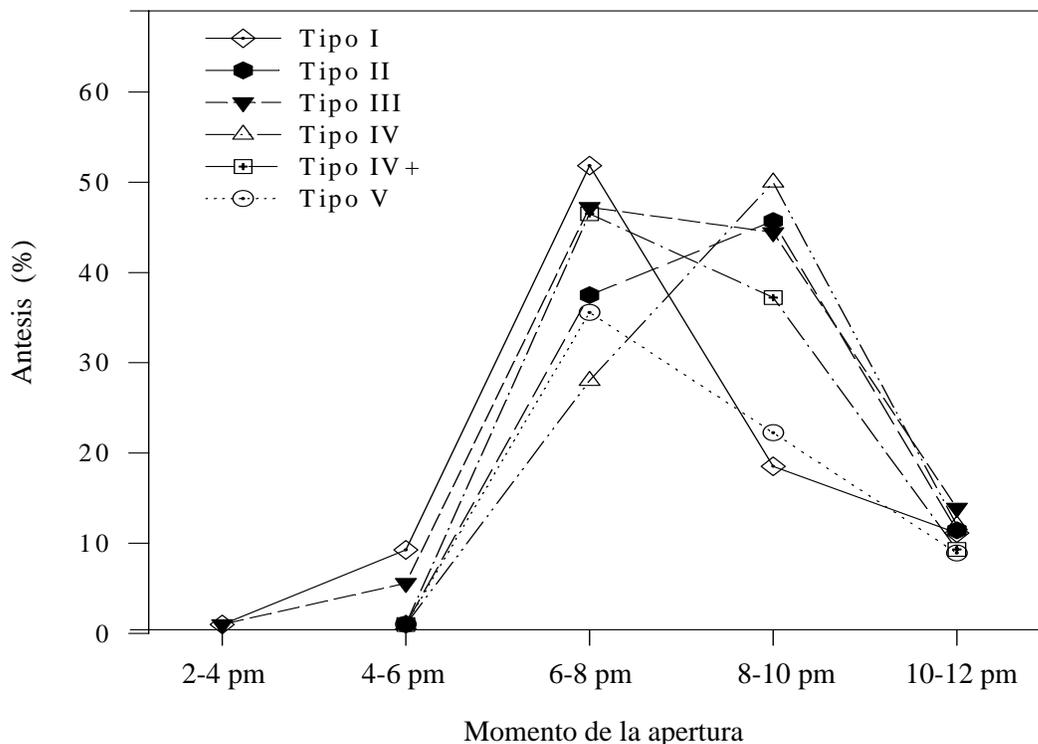
En todos los tipos florales evaluados la

dehiscencia de las anteras ocurrió antes de la apertura floral tal como lo señalan Olivé (1952), Rodríguez et al. (1990) y Ronse y Smets (1999).

Como se observa en el Cuadro 2, la dehiscencia de las anteras ocurrió aproximadamente dos días antes de la apertura del botón floral, para el caso de los tipos V y IV+, mientras que en los tipos florales II, III y IV se presentó un día antes de la antesis.

La línea de ruptura para la liberación de los granos de polen se localizó a lo largo de la antera y ésta ocurrió hacia el eje de la flor, siendo clasificada por Lindorf et al. (1991) como dehiscencia longitudinal.

En el caso del tipo floral III hubo ocasiones en que no ocurrió la dehiscencia de todas las anteras que conformaban la flor, a diferencia del resto de los tipos florales con estructuras masculinas en donde todas sus anteras si presentaron dehiscencia longitudinal. Esta característica posiblemente sea debida a que el tipo floral III es considerado como una variante polimórfica, producto de un estado transicional poligenético entre las flores perfectas y pistiladas (Fisher, 1980; Storey, 1985).



**Figura 2.** Porcentaje de antesis en relación a la hora de apertura de cada uno de los tipos florales en plantas de lechosa

**Cuadro 2.** Período desde la receptividad estigmática (Re) y la deshiscencia de anteras (Da) hasta la antesis para diferentes tipos florales de lechosa.

Tipo floral	Días entre Re y antesis	Días entre Da y antesis
I	0*	—
II	0*	1,033 ± 0,033b
III	0*	1,000 ± 0,000b
IV	Sin información	1,100 ± 0,056b
IV+	—	2,167 ± 0,069a
V	—	2,333 ± 0,088a

Medias con letras diferentes representan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5%.

\* Re y antesis ocurrieron el mismo día

## CONCLUSIONES

El tipo de flor afectó la duración del período desde la emergencia del botón floral hasta la antesis, sucediendo de manera más tardía en el tipo floral I.

El mayor porcentaje de antesis, independientemente del tipo floral, ocurrió entre las 6 y 10 de la noche.

La receptividad del estigma comenzó el mismo día de la apertura floral.

La superficie estigmática se caracterizó por producir un exudado mucilaginoso

La dehiscencia de anteras se presentó antes de la antesis, ocurriendo 2 días antes en los tipos florales V y IV+ y 1 día antes en los tipos IV, III y II.

Independientemente del tipo floral hermafrodita, se presentó el fenómeno de la dicogamia protándrica.

## LITERATURA CITADA

- Arkle, J. D. y H. Nakasone. 1984. Floral differentiation in the hermaphroditic papaya. Hort. Science 10(6): 832-834.
- Avilán, L. y C. Rengifo. 1986. El Lechoso. Editorial América Caracas. 168 p.
- Badillo, V. M. 1993. Caricaceae. Segundo esquema. Rev. Fac. Agron. Maracay. 43: 40-43.
- Fisher, J. 1980. The vegetative and reproductive structure of papaya (*Carica papaya* L.). Lonia 1(4): 191-208.
- Heslop-Harrison, Y. y K. Shivanna. 1977. The receptive surface of the angiosperm stigma. Ann. Bot. 41: 1233-1258.
- Horovitz, S. 1954. Determinación del sexo en *Carica papaya* L. Estructura hipotética de los cromosomas sexuales. Agron. Trop. 3(4): 229-249
- Horovitz, S. 1955. Sex in *Carica papaya* L. XIV Int. Hort. Congress, Netherlands. pp. 1324-1334.
- Lindorf, H., L. de Paríscas y P. Rodríguez. 1991. Botánica, Clasificación, Estructura y Reproducción. Ediciones de la biblioteca, UCV. Caracas.
- Manshardt, R. 1992. Papaya. In: F. A. Hammerschlag y R. E. Litz (eds.). Biotechnology of Perennial Fruit Crops. CAB International. pp. 489-511.
- Medina, J, G. Moreira, S. Galeb, F. Vierra, R. Vinicio, N. Figueiredo y W. Leite. 1980. Mamão. Da cultura ao processamento e comercialização. Serie Frutas Tropicais N° 7. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. 244 p.
- Mekako, H. y H. Nakasone. 1975. Floral development and compatibility studies of *Carica* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 145-148.
- Olivé R. 1952. Observaciones sobre el cultivo y mejoramiento de la fruta bomba. Estac. Exp. Agron. Boletín N° 67. Cuba. 160 p.

13. Osborn M., P. Kevan y A. Meredith. 1988. Pollination biology of *Opuntia polyacantha* and *Opuntia phaeacantha* (Cactaceae) in souther Colorado. *Plant. Syst. Evol.* 159 (1-2): 139-144
14. Parés, J. 1998. Biología Floral de la lechosa. (*Carica papaya* L.) cv. Cartagena Amarilla. Tesis. UCV-Agronomía. Maracay. 71p.
15. Rodríguez, P., S. Galán y M. Herrero. 1990. Evaluation of papaya autogamy. *Fruits* 45(4): 387-391.
16. Ronse, L. y E. Smets. 1999. The floral development and anatomy of *Carica papaya* (Caricaceae). *Can. J. Bot.* 77: 582-598.
17. Sharma, A y P. Bajpai. 1969. Studies on floral biology of papaya (*C. papaya* L.). *Ind. J. Soc. Hort. Sci.* 3 : 9-18.
18. Sippel, A., N. Claassens y L. Holtzhausen. 1989. floral differentiation and development in *Carica papaya* L. cultivar 'Sunrise Solo'. *Sci. Hort.* 40 : 23-33.
19. Storey, W. 1941. The botany and sex relationship of the papaya. *In* Papaya Production in the Hawaiian Islands. Hawaii Agric. Exp. Sta. University of Hawaii. Boletín 87. pp. 5-22.
20. Storey, W. 1985. *Carica papaya*. *In*: CRC Handbook of Flowering. Vol II. CRC Press Boca Ratón, Fl pp. 147-157. Abraham H. and Halevy H. (ed.).
21. Storey, W. 1987. Papaya. *In*: F. Ferwerda y F. Wit (eds.). *Genotecnia de Cultivos Tropicales Perennes*. A.G.T. Editora. México. pp. 374-392.
22. Trujillo P. G., A. Vegas y E. Monte Verde. 1989. Control del virus de la mancha anillada y distorsionante de la lechosa (DRSV) mediante aspersiones con aceite blanco. *Rev. Fac. Agron.* 15: 85-92.